



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GELENEKSEL YÖNTEMLE ÜRETİLEN TULUM PEYNİRLERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN, BİYOAKTİF PEPTİD İÇERİKLERİNİN VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hale İnci ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GELENEKSEL YÖNTEMLE ÜRETİLEN TULUM PEYNİRLERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN, BİYOAKTİF PEPTİD İÇERİKLERİNİN VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hale İnci ÖZTÜRK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nihat AKIN

2015, 160 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Nihat AKIN
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT

Bu çalışmada geleneksel yöntemlerle üretilmiş keçi ve inek Tulum peynirlerine ait suda çözünen biyoaktif peptid profili ve bu peptidlerin antioksidan, mineral bağlayıcı ve antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Belirlenen olgunlaşma sürelerinde (0., 15., 30., 60., 90. ve 120. günler) Tulum peynirlerinden suda çözünen peptidler ekstrakte edilmiştir. Peptid profilleri RP-HPLC analizi ile belirlenmiştir. En yüksek peptid sayısı (>500 mAU) her iki Tulum peynirinde de olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca gerçekleşen proteoliz ile birlikte peptid sayılarında artış gözlemlenmiştir. Elde edilen peptid ekstraktlarının antioksidan analizi iki farklı radikal bağlama yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. DPPH ve $ABTS^{\bullet+}$ yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçları olgunlaşma süresi ile antioksidan aktivitenin arttığını göstermiştir. DPPH yönteminde peynir tipleri arasında farklılık önemli bulunmuş olup en yüksek antioksidan aktivite keçi Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında tespit edilmiştir ($p<0.05$). $ABTS^{\bullet+}$ yönteminde en yüksek antioksidan aktivite olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde inek Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında belirlenmiştir ($p<0.01$). Mineral bağlama özelliği incelendiğinde en yüksek Fe^{+2} bağlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 60. gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında tespit edilmiştir ($p<0.01$). Antimikrobiyal aktivite disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 90. gününde keçi Tulum peynirinden elde edilmiş peptid ekstraktının *Salmonella typhimurium* ATTC 14028'e karşı inhibisyon zonu oluşturduğu gözlemlenmiştir.

İnek ve keçi Tulum peynirlerinde kuru madde ortalamaları sırasıyla % 66.26 ve % 52.08 olarak belirlenmiştir. İnek ve keçi Tulum peynirlerinde ortalama protein oranları sırasıyla % 25.49 ve 28.45 olarak tespit edilmiştir. En yüksek yağ oranı inek Tulum peynirinde (ortalama % 33.57) belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal aktivite, antioksidan aktivite, biyoaktif peptidler, mineral bağlama aktivitesi, peynir olgunlaşması, Tulum peyniri

ABSTRACT

MS THESIS

DETERMINATION OF SOME QUALITY CHARACTERISTICS, CONTENTS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF BIOACTIVE PEPTIDES OF TULUM CHEESES PRODUCED BY TRADITIONAL METHOD

Hale İnci ÖZTÜRK

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Nihat AKIN

2015, 160 Pages

Jury
Prof. Dr. Nihat AKIN
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Durmuş SERT

In this study, water soluble bioactive peptides profiles and antioxidant, mineral binder and antimicrobial properties of these peptides in traditional Turkish goat and cow milk Tulum cheeses were examined. Water soluble peptides were extracted from these Tulum cheeses at ripening periods (0^{th}, 15^{th}, 30^{th}, 60^{th}, 90^{th} and 120^{th} days). Peptide profiles were identified by RP-HPLC. The highest amounts of peptides (>500 mAU) were at 120^{th} ripening period in both cheeses. During cheese ripening, increase in the number of peptides with proteolysis was observed. Antioxidant properties were evaluated using two distinct methods according to different radical scavenging activity for peptide extracts. Results of DPPH and $ABTS^{\bullet+}$ demonstrated that the antioxidant activity of peptides increased with ripening periods for these cheeses. It was observed that significant difference was between cheese types in DPPH assay ($p<0.05$). The highest antioxidant activity of peptide extracts according to the DPPH assay was defined in goat milk Tulum cheese. The highest antioxidant activity of peptide extracts was observed in cow milk Tulum cheese at 90^{th} and 120^{th} days ($p<0.01$) in $ABTS^{\bullet+}$ assay. When it comes to mineral binding activity of peptide extracts, the highest Iron(II) binding activity was determined in goat milk Tulum cheese at 60^{th} day. Antimicrobial activity was determined using the disk diffusion method. Peptide extract obtained from goat milk Tulum cheese at 90^{th} day demonstrated inhibitory effect against *Salmonella typhimurium* ATTC 14028.

Dry matter in cow and goat milk Tulum cheeses were determined as average 66.26 % and 52.08 %, respectively. Protein contents of cow and goat milk Tulum cheeses were identified as average 25.49 % and 28.45 %, respectively. The highest fat content (as average 33.57 %) determined in cow milk Tulum cheese.

Keywords: Antimicrobial activity, antioxidan activity, bioactive peptide, cheese ripening, mineral binding activity, Tulum cheese

ÖNSÖZ

Araştırmamın planlama, yürütme ve değerlendirme aşamalarında bilgi, tecrübe ve tavsiyeleriyle yolumu aydınlatan, sınırsız sabrını ve desteğini esirgemeyen Saygıdeğer hocam Prof. Dr. Nihat AKIN'a;

İstatistik analizlerimin yapılmasında bana yol gösteren değerli hocam Doç. Dr. İsmail KESKİN'e;

RP-HPLC analizlerinin gerçekleştirilmesinde sağlamış oldukları teknik destek ve yardımlarından dolayı Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Ali TOPÇU'ya;

Peynirlerin üretilmesindeki katkılarından, tanımış olduğu imkân ve kolaylıklardan dolayı Cebel Süt Ür. ve Gıda Mad. İml. San. Tic. A.Ş. (Konya, Türkiye) yöneticisi Şakir SUDA'ya;

Çalışmamı maddi bakımdan destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne;

Analizlerim boyunca sabrını ve yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Talha DEMİRCİ'ye;

Tezimi yazarken bana destek veren, sabrını ve yardımını esirgemeyen Uzm. Hamza NEGİŞ'e;

Çalışmalarım boyunca doğrudan veya dolaylı olarak yardım eden herkese, özellikle de Mehmet ÇELİK, Didem SÖZERİ, Havva SENGÜL ve Bedriye AFSAR'a;

Maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aileme; teşekkürlerimi sunarım.

Hale İnci ÖZTÜRK
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Tulum Peyniri 5
2.1.1. Tanımı 5
2.1.2. Tarihçesi 6
2.1.3. Üretimi 8
2.2. Süt Proteinleri ve Özellikleri 9
2.3. Peynirin Olgunlaşması 11
2.4. Biyoaktif Peptidler 13
2.4.1. Tanımı 13
2.4.2. Biyoaktif peptid kaynağı olan gıdalar 14
2.4.2.1. Biyoaktif peptid kaynağı olarak süt ve süt ürünleri 14
2.4.3. Süt ve süt ürünleri kaynaklı biyoaktif peptidlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri 17
2.4.3.1. ACE inhibitörü/Antihipertansif peptidler ve etki mekanizması 19
2.4.3.2. Opioid peptidler ve etki mekanizması 21
2.4.3.3. Antioksidan peptidler ve etki mekanizması 23
2.4.3.4. Hipokolesterolemik peptidler ve etki mekanizması 24
2.4.3.5. Mineral bağlayıcı peptidler ve etki mekanizması 24
2.4.3.6. Antimikrobiyal peptidler ve etki mekanizması 26
2.4.3.7. Antitrombotik peptidler ve etki mekanizması 28
2.4.3.8. Antidiyabetik peptidler ve etki mekanizması 29
2.4.3.9. Bağışıklık sistemini düzenleyici/İmmünomodülatör peptidler ve etki mekanizması 30
2.4.3.10. Antikarsinojenik/Sitomodülatör peptidler ve etki mekanizması 31

3. MATERYAL VE YÖNTEM **33**

3.1. Materyal 33
3.1.1. Üretimde kullanılan sütler 33
3.1.2. Peynir mayası 33
3.1.3. Tuz 33
3.1.4. Ambalaj materyali 33
3.2. Yöntem 34
3.2.1. Tulum peyniri üretimi 34
3.2.2. Örneklerin alınması ve analize hazırlanması 35
3.2.3. Fiziksel ve kimyasal analizler 35

3.2.3.1. Kuru madde oranının belirlenmesi 35
3.2.3.2. Yağ ve kuru maddede yağ oranının belirlenmesi 35
3.2.3.3. Kül oranının belirlenmesi 36
3.2.3.4. Tuz ve kuru maddede tuz oranının belirlenmesi 36
3.2.3.5. Titrasyon asitliğinin (% LA) belirlenmesi 37
3.2.3.6. pH değerinin belirlenmesi 37
3.2.3.7. Renk değerlerinin belirlenmesi 37
3.2.3.8. Su aktivitesinin belirlenmesi 38
3.2.3.9. Toplam azot miktarının belirlenmesi 38
3.2.3.10. Protein ve kuru maddede protein oranının belirlenmesi 38
3.2.3.11. Suda çözünen azot oranının ve olgunlaşma derecesinin belirlenmesi . 39
3.2.3.12. Kazein azotu oranının belirlenmesi 39
3.2.4. Mikrobiyolojik analizler 39
3.2.5. Biyoaktif peptidlerin aktivite tayini 40
3.2.5.1. Suda çözünen ekstraktların hazırlanması 40
3.2.5.2. RP-HPLC metodu ile peptid profilinin belirlenmesi 41
3.2.5.3. Antioksidan aktivite tayini 41
3.2.5.3.1. $ABTS^{\bullet+}$ radikal giderme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini 41
3.2.5.3.2. DPPH serbest radikalleri giderme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini 42
3.2.5.5. Şelat aktivitesi/Mineral bağlayıcı özelliği 42
3.2.5.6. Antimikrobiyal aktivite tayini 43
3.2.6. Duyusal analizler 43
3.2.7. İstatistiksel değerlendirmeler 44

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 46

4.1. Tulum Peyniri Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma 46
4.1.1. Kuru madde oranı (%) 46
4.1.2. Yağ oranı (%) 49
4.1.3. Kuru maddede yağ oranı (%) 51
4.1.4. Kül oranı (%) 54
4.1.5. Tuz oranı (%) 56
4.1.6. Kuru maddede tuz oranı (%) 59
4.1.7. Titrasyon asitliği (%Laktik asit) 62
4.1.8. pH değeri 65
4.1.9. Renk değerleri 68
4.1.9.1. "*L**" değeri 68
4.1.9.2. "*a**" değeri 71
4.1.9.3. "*b**" değeri 73
4.1.10. Su aktivitesi (a_w) 76
4.1.11. Toplam azot oranı (%) 78
4.1.12. Protein oranı (%) 81
4.1.13. Kuru maddede protein oranı (%) 83
4.1.14. Suda çözünen azot oranı (%) 86
4.1.15. Olgunlaşma derecesi 88
4.1.16. Kazein azotu oranı (%) 91
4.2. Tulum Peyniri Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma 94

4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakterilerin sayısı (log kob/g) 94
4.2.2. Laktobasil sayısı (log kob/g) 97
4.2.3. Laktokok sayısı (log kob/g) 100
4.2.4. Maya ve küf sayısı (log kob/g) 103
4.2.5. Koliform bakteri sayısı (log kob/g) 106
4.3. Biyoaktif Peptidlerin Biyokimyasal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma ... 107
4.3.1. RP-HPLC metodu ile belirlenen biyoaktif peptid profili/pik sayısı 107
4.3.2. Tulum peyniri örneklerinden elde biyoaktif peptidlerin fonksiyonel özellikleri 111
4.3.2.1. Antioksidan aktivite 111
4.3.2.1.1. $ABTS^{\bullet+}$ radikal giderme yöntemi ile antioksidan aktivite 112
4.3.2.1.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite 115
4.3.2.2. Şelat aktivitesi/Mineral bağlayıcı özelliği 118
4.3.2.3. Antimikrobiyal aktivite 121
4.4. Tulum Peyniri Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma . 123
4.4.1. Kesit ve görünüş puanı 125
4.4.2. Yapı puanı 127
4.4.3. Koku puanı 130
4.4.4. Tat puanı 132

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 134

5.1. Sonuçlar 134
5.2. Öneriler 136

KAYNAKLAR 137

ÖZGEÇMİŞ 159

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α:	Alfa
β:	Beta
κ:	Kappa
d:	Yoğunluk
dk:	Dakika
g:	Gram
kg:	Kilogram
µl:	Mikrolitre
ml:	Mililitre
mm:	Milimetre
mM:	Milimolar
M:	Molarite
nm:	Nanometre
N:	Normalite
sn:	Saniye

Kısaltmalar

ABTS:	2,2′-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)
ACE:	Anjiyotensin dönüştürücü enzimi
a_w:	Su aktivitesi
ATTC:	Amerikan Tür Kültürü Koleksiyonu
DPPH:	1,1-difenil-2-pikrilhidrazil
HCl:	Hidroklorik asit
H_2SO_4:	Sülfürik asit
HPLC:	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
K:	Koliform
KFP:	Kazeinofosfopeptid
KMP:	Kazeinomakropeptid
kob:	Kolini oluşum birimi
LB:	Laktobasil
LC:	Laktokok
log:	Logaritma
LTH:	Laktoglobulinin triptik hidrolizatı
mAU:	Miliabsorbans üniteleri
MK:	Maya ve küf
NaOH:	Sodyum hidroksit
pH:	Hidrojen iyonu konsantrasyonu
RP-HPLC:	Ters faz yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
rpm:	Dakikadaki devir sayısı
TAMB:	Toplam aerobik mezofilik bakteri
TEAC:	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TFA:	Trifloroasetik asit
TS:	Türk Standartları
TSE:	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Bazı peynir türleri dünyada sadece belirli coğrafi bölgelerde üretilir ve bölgesel olarak tüketilmektedir. Türkiye'de 50'den fazla peynir çeşidi bulunmaktadır; buna rağmen kaşar peyniri, beyaz peynir ve Tulum peyniri en çok tüketilen 3 peynir türüdür (Akın, 2010). Türkiye İstatistik Kurumu 2012 verilerine göre yaklaşık yıllık 11,118 ton Tulum peyniri üretimi gerçekleşmiştir. Tulum peyniri, beyaz veya krem renginde, yüksek yağ içeriğine sahip, ağızda kolaylıkla eriyerek hissedilen kendine has tereyağı aromasına sahip, yarı sert ve belirgin asidik tatta olan bir peynir çeşidimiz olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve ark., 1991). Tulum peyniri, peynirin dayanıklılığını arttırmak için Türklerin Orta Asya'dan günümüze kadar peyniri keçi ya da koyun tulumlarına (derilerine) basmaları sonucu elde edilmiş bir üründür ve ismini de buradan almaktadır (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Türkiye'de ve çoğu diğer ülkelerde geleneksel olarak üretilen peynirlere artan ilgiden dolayı, bu peynirlerde proteolizin rolünü daha iyi anlamak için yeni çalışmalar gerekmektedir.

Peynir olgunlaşması; çeşitli mikrobiyolojik, biyokimyasal ve metabolik proseslerin sonucunda gerçekleşir (Singh ve ark., 2003; Farkye, 2004). Proteoliz; peynir olgunlaşması boyunca meydana gelen en kompleks ve en önemli biyokimyasal prosestir (McSweeney ve Sousa, 2000; Sousa ve ark., 2001; Upadhyay ve ark., 2004). Olgunlaşma boyunca gerçekleşen tüm proteoliz reaksiyonlarının sonucunda büyük ve orta büyüklükte peptidler, kısa peptidler ve serbest amino asitler oluşur. İleri proteoliz reaksiyonu ile oluşan kısa peptidler ve serbest amino asitler peynir lezzetinin oluşmasında etkilidir (McSweeney, 2004; Vítová ve ark., 2006).

Yapısal proteinler içinde inaktif formda bulunan ancak proteoliz sonucunda meydana gelen, spesifik özellikleriyle önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip amino asit zincirleri "fonksiyonel peptidler" olarak tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonel bileşikler genellikle "biyoaktif peptidler" olarak da bilinmektedir (Froetschel, 1996; Tirelli ve ark., 1997). Bu peptidler çoğunlukla 2-20 amino asit kalıntısı içeren kısa zincirli bir yapıya sahip peptidlerdir. Özellikle süt ve süt ürünleri kaynaklı peptidler olmak üzere çoğu peptid iki ya da daha fazla biyolojik aktivitelerde rol alarak çok fonksiyonlu özellik gösterir (Pihlanto-Leppala, 2001).

Biyoaktif peptidler; peynir, kefir, süt ve yoğurt dahil olmak üzere çoğu süt ürünlerinden izole edilmektedir. Olgunlaşma boyunca gerçekleşen proteolizin yoğunluğu ve proteolitik sisteminin çeşitliliği nedeniyle peynirler yüksek oranda protein

içermektedirler ve bu nedenle süt kaynaklı biyoaktif peptidlerin doğal bir kaynağı olarak düşünülebilir (Park ve ark., 2007). Olgunlaşma prosesi sırasında gerçekleşen ikincil proteoliz diğer biyoaktif peptidlerin oluşmasına ve peynirin olgunlaşma derecesine bağlı olarak biyoaktivitelerin oluşumuna öncülük edebilir (Haque ve ark., 2008). Sütte bulunan (özellikle plazmin) enzimler, rennetteki enzimler ya da mikroorganizmalara ait enzimler kazeini hidrolizi ederek α_{s1}-, α_{s2}-, β- ve κ-kazeinleri meydana getirir. Peynir bu biyoaktif peptidler açısından zengin olabilmektedir (Pihlanto, 2006).

Biyoaktif peptidler protein molekülleri içerisinde inaktif formdadır ve üç biyokimyasal yol ile oluşmaktadır. Bunlar; enzimatik hidroliz, sindirim enzimleri olan pepsin, tripsin ve kimotripsin enzimleri ile parçalanması ve proteolitik enzimler ya da mikrobiyal veya bitki kaynaklı enzimler ile gerçekleşen süt fermantasyonu şeklindedir (Korhonen, 2009). Biyoaktif peptidler ayrıca gastrointestinal sistemde ileri derecede gerçekleşen proteolitik parçalanmalar sonucunda meydana gelebilir. Gastrointestinal sistemde meydana gelen peptidler, bölgesel olarak ya da kan dolaşımı ile hedef organa ulaşarak etki edebilir (Korhonen ve Pihlanto-Leppala, 2004). Biyoaktif peptidler besinsel değerinin yanında vücut fonksiyonlarında fizyolojik etkiye sahip "gıda kaynaklı bileşenler" olarak tanımlanmaktadır (Vermeirssen ve ark., 2004). Peptidde bulunan amino asit sekansı peptidin fonksiyonel özelliğini belirler. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda süt türevli biyoaktif peptidlerin antihipertansif, bağışıklık sistemini düzenleyici, antimikrobiyal, mineral bağlayıcı ve antioksidan özellikler gibi çeşitli fizyolojik etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Korhonen ve Pihlanto, 2003; Korhonen ve Pihlanto, 2006).

Peptidlerin antioksidan aktivitesi belirli amino asit sekanslarının mevcudiyeti ile ilişkilidir (Suetsuna ve ark., 2000). Chen ve ark. (1996) Pro-His-His sekansına sahip peptidlerin en güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir. Peynir benzeri keçi sütü ürününden elde edilen peptidin antioksidan özelliğe sahip olduğu belirtilmiştir (Silva ve ark., 2006). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda, sindirim enzimleri tarafından kazeinin hidrolize edilmesi sonucunda ve proteolitik laktik asit bakteri suşları tarafından gerçekleşen süt fermantasyonu sırasında antioksidan peptidlerin meydana geldiği gösterilmiştir (Korhonen ve Pihlanto, 2006).

İn vitro veya *in vivo* hidroliz ile meydana gelen peptidler, spesifik ve spesifik olmayan bağlanma bölgeleri sayesinde mineral tutucu olarak etki ederler. Çeşitli minerallerin taşıyıcıları ve şelatörleri olarak fonksiyon gösterirler. Bu nedenle

biyoyararlanımı destekler ya da inhibe ederler. Temel kalsiyum bağlayıcı peptidler, kazeinler, α_{s1}-kazein, α_{s2}-kazein, β-kazein ve κ-kazeindir. Ayrıca peynir altı suyu proteinleri ve laktoferrin Ca, Mg, Zn, Fe, Na ve K gibi spesifik mineralleri bağlar (Vegarud ve ark., 2000). Kazeinofosfopeptidler, α_{s1}-kazein, α_{s2}-kazein ve β-kazeinden enzimatik hidroliz ile meydana gelen fosforile/fosforlanmış peptidlerdir. Bu peptidler mineral taşıyıcısı olarak rol alabilmektedir. Cheddar, Comté ve Parmigiano-Reggiano peynirlerinde α_{s1}-kazein, α_{s2}-kazein ve β-kazein kaynaklı çeşitli kazeinofosfopeptid tanımlanmıştır (Hayes ve ark., 2007). Yapılan bir çalışmada orta sertlikte bulunan ve çok sert olan peynirlerdeki kazeinofosfopeptidlerin miktarlarının sertlik derecelerine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Orta sertlikteki peynirde (Herrgård) bulunan α_{s1}-kazein, α_{s2}-kazein ve β-kazein türevli kısa zincirli fosfopeptid miktarının ekstra sert peynire (Parmigiano-Reggiano) göre oldukça fazla olduğu gösterilmiştir (Lund ve Ardö, 2004).

α-Heliks yapısına sahip çoğu peptid, katyonik ve amfipatiktir (hem hidrofilik hem de hidrofobik). Ama hidrofobik α-heliks yapısına sahip peptidler antimikrobiyal özellik gösterir (Epand ve Vogel, 1999). Antibiyotiklerle karşılaştırıldığında antimikrobiyal peptidler; bazı antibiyotik dirençli patojenlere karşı aktivite göstermesi dahil olmak üzere hedef hücreleri hızlıca öldürebilmesi ve geniş bir etki spektrumuna sahip olması gibi üstünlüklere sahiptir. Antimikrobiyal peptidlerin öldürme oranı bakteriyal çoğalma oranından daha yüksektir (Bechinger, 1997). Çeşitli İtalyan peynirlerinde antibakteriyal peptidler tanımlanmıştır. Bu İtalyan peynirlerinde kullanılan suş tiplerine ve biyoteknolojik uygulamalara göre antimikrobiyal aktivitenin değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Rizello ve ark., 2005).

Proteoliz; pıhtının pH'sı, plazmin, kimozin, starter ve starter olmayan bakterilerden gelen proteazlar, tuz/su oranı, depolama zamanı ve sıcaklıklar gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmektedir (Park ve Jin, 1998). Dolayısıyla özellikle ısıl işlem uygulamadan üretilen keçi Tulum peynirinde ve farklı olgunlaşma sürelerine tabi tutulan keçi ve inek Tulum peynirlerinde çeşitli biyoaktif peptidlerin oluşumu gerçekleşebilecektir. Bu durumun, peptid çeşitliliğine bağlı olarak farklı fonksiyonel özellikleri gözlemleyebilme imkanı tanıyacağı düşünülmektedir. Peynir yapımında pıhtılaştırma parametreleri; koagülasyon zamanı, koagülasyon oranı, pıhtı sertliği ve rennet (peynir mayası) miktarıdır. Bu parametreler pH, büyük kazein miselleri, kazein başına düşen fazla kalsiyum miktarı ve diğer mineral bileşenlerden etkilenmektedir. Keçi sütünde pıhtılaşma zamanı inek sütüne göre daha kısadır ve oluşan pıhtının direnci

düşüktür. Keçi sütünün mineral ve vitamin miktarı inek sütünden oldukça yüksektir (Park ve ark., 2007). Bu özellikler iki süt tipinden elde edilen Tulum peynirinin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinde farklılıklar oluşturacaktır. Dolayısıyla bu durum da biyoaktif peptid profilini ve fonksiyonlarını etkileyebilecektir. Literatür taramalarında geleneksel peynirimiz olan Tulum peynirinde biyoaktif peptid profili ve fonksiyonları ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmıştır. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmanın amacı olgunlaşma periyotları boyunca geleneksel olarak üretilen keçi ve inek Tulum peynirlerinden elde edilen suda çözünebilir ekstraktların biyoaktif peptid profilini tespit etmek ve bu peptid ekstraktlarının antioksidan, mineral bağlayıcı ve antimikrobiyal özelliklerini belirlemektir. Ve ayrıca bu çalışmada sahip oldukları fonksiyonel özellikler ve peptid profilleri bakımından inek ve keçi Tulum peynirlerinden elde edilen suda çözünen ekstraktlar karşılaştırılacaktır. Elde edilen sonuçlar neticesinde geleneksel bir ürünümüz olan Tulum peynirinin hem süt tipleri hem de olgunlaşma periyotları açısından beslenme ve sağlık üzerindeki önemi belirlenecektir.

2. GENEL BİLGİLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tulum Peyniri

2.1.1. Tanımı

Tulum peyniri; ham peynirin (teleme) ufalanıp, tuzlandıktan sonra deri tulumlara basılması ve belli bir süre olgunlaştırılması sonucu elde edilen peynir olarak tanımlanmaktadır (Dağdemir, 2000). Duyusal ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak kaliteli bir Tulum peyniri, beyaz ve krem renkte, kuru madde ve yağ oranı yüksek, kolay dağılmayan (plastik özellikte), ağızda kolaylıkla eriyerek hissedilen kendine has tereyağı aromasına sahip, yarı sert, homojen yapıda ve belirgin asidik tatta olan bir peynir çeşidimiz olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve ark., 1991; Dağdemir, 2000). Karakteristik tat ve aroması tüketiminde önemli bir rol almaktadır. Tulum peyniri besin değeri yüksek, gözeneksiz, keskin kokulu, genzi yakan acılıkta bir peynir türüdür. Deri tulumunda yapılan peynirlerin rengi, deri ile temas eden kısımlarda sarı olup içeriye doğru beyazlaşmaktadır (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Türk Standardları Enstitüsü (TSE) (2006)'ne göre Tulum peyniri; inek sütü, koyun sütü, manda sütü, keçi sütü veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün tekniğine uygun olarak işlenmesi, gerektiğinde katkı maddelerinin ilave edilmesi ve olgunlaştırılması sonucu elde edilen mamul olarak tanımlanmaktadır. Tulum peyniri genellikle çiğ sütten üretilmekte ve 3-7 ay olgunlaştırma işlemi gerçekleştirildikten sonra tüketime sunulmaktadır (Tekinşen ve ark., 1998). Olgunlaştırma işlemi obruk, mağara, mahzen ya da son yıllarda yaygınlaşan soğuk hava depolarında bekletme işlemi ile sağlanır. Tulum peyniri geleneksel olarak keçi ya da koyun derisinden yapılmış tulumlarda olgunlaştırılır (Sert ve Akın, 2008). Tulum peynirleri önceden yöresel olarak ve küçük çapta üretilirken zamanla her kesim tüketicinin beğenisini kazanması sonucu daha fazla miktarlarda üretilen, yüksek fiyatlarda satılan ve ihracatı yapılan peynirler arasında gösterilen bir süt ürünümüz haline gelmiştir (Şengül ve Çakmakçı, 1998; Dağdemir, 2000).

Türkiye'de üretilen sütün yaklaşık %23'ü peynir imalatında kullanılmaktadır. Üretilen peynirlerin %85'inden fazlasını sırayla beyaz peynir, kaşar peyniri ve Tulum peyniri oluşturmaktadır (Tekinşen ve Nizamlıoğlu, 1993). Tulum peyniri ülkemizde beyaz peynir ve kaşar peynirinden sonra en çok üretimi yapılan peynir çeşidi olmakla beraber, bu peynirlerle kıyaslandığında daha yüksek ekonomik değere sahiptir

(Çakmakçı ve ark., 2008). Türkiye İstatistik Kurumu 2012 yılı Tulum peyniri üretimi verilerine göre yaklaşık 11,118 ton üretim yapılmıştır. Ancak Tulum peyniri daha çok kayıt dışı olarak küçük çaptaki işletmelerde üretildiğinden dolayı bu rakamın gerçek üretim değerini yansıtmadığı ve bu değerin 45-50 bin ton gibi daha yüksek miktarlarda olduğu tahmin edilmektedir (Tekinşen ve Uçar, 2007).

Olgunlaştırılmış peynirler grubunda yer alan Tulum peynirinin Türkiye'de en fazla işlenen peynir çeşitlerinden biri olduğu ve Trakya bölgesi hariç çoğu bölgede işlendiği bildirilmektedir (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Bölgelere göre farklı isimlerle anılan Tulum peynirinin yaygın olarak bilinenleri Erzincan, İzmir, Selçuklu, Divle ve Çimi Tulum peynirleridir (Yaygın, 1971). İzmir peynirinin tulum içerisindeki salamurada kalıplar halinde bulunması ve Divle peynirinin üretimi sırasında peynirin yıkanması nedeniyle bu iki peynir üretim yöntemi bakımından diğer Tulum peynirlerinden ayrılır (Keleş ve Atasever, 1996).

Kullanılan hammaddeler değerlendirilecek olunursa sütlerin fizikokimyasal özellikleri hayvan türlerine göre değişmektedir. Koyun sütü, keçi ve inek sütüne göre daha yüksek kuru madde değerine ve besleyici özelliğe sahiptir. Yapılan çalışmalara göre yağ oranının inek sütüne göre keçi ve koyun sütünde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca en yüksek protein oranına koyun sütü sahiptir. Peynir yapımında pıhtılaştırma parametreleri; koagülasyon zamanı, koagülasyon oranı, pıhtı sertliği ve rennet (peynir mayası) miktarıdır. Bu parametreler pH, büyük kazein miselleri, kazein başına düşen fazla kalsiyum miktarı ve diğer mineral bileşenlerden etkilenmektedir. Keçi sütünde pıhtılaşma zamanı inek sütüne göre daha kısadır ve oluşan pıhtının direnci düşüktür. Ortalama yağ globülü boyutu en kısa inek sütünde olmakla beraber bunu sırasıyla keçi sütü ve inek sütü takip etmektedir. Keçi ve koyun sütünün mineral ve vitamin miktarı inek sütünden oldukça yüksektir (Park ve ark., 2007). Dolayısıyla bu farklı özellikteki hammaddelerden üretilen Tulum peynirleri de farklı duyusal, fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olacaktır.

2.1.2. Tarihçesi

Coğrafi konumu göz önünde bulundurulduğunda Anadolu, tarih boyunca Asya, Avrupa, Afrika, Mısır ve Mezopotamya kültür yollarının kesiştiği bir merkez olmuştur. Bu kesişim geleneksel ürünlerin şekillenmesinde ve ürün çeşitliliğinin oluşumunda önemli bir etkendir. Peynir tarihi, süt tarihi kadar eskidir. Mezopotamya topraklarındaki

tapınaklarda bulunan M.Ö. 7,000-10,000'li yıllara ait yazıtlardaki resimlerde peynirin o zamanlarda üretildiğini gösteren figürler yer almaktadır. Dolayısıyla tarihsel gelişime bakıldığında, sütün sağılması ve işlenmesi bu topraklara kadar uzanmaktadır. Sütün peynir gibi diğer süt ürünlerine dönüşüm süreci de koyun, keçi ve inek türlerinin evcilleştirilmesinden sonra başlamıştır (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Peynir kelimesin Türkçe'ye Farsça'dan girdiği belirtilmektedir. Tuluk içinde sütün taşınması sırasında, sıcaklıkla birlikte asitliğinin gelişmesi ve çalkalanmasıyla pıhtının suyundan ayrılması ve bu süre içinde gerçekleşen çeşitli dönüşümler peynirin oluşmasında rol oynamıştır. Günümüzde ise peynirin teknolojik olarak üretilmesi, birçok alanda olduğu gibi gelenekselliğin modernize edilmesiyle çeşitlilik kazanmıştır (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007).

Tulum peyniri, peynirin dayanıklılığını arttırmak için Türklerin Orta Asya'dan günümüze kadar peyniri tuluma basmaları sonucu elde edilmiş bir üründür. Trakya bölgesi dışında yaygın olarak Toros yaylalarında deri tulumu öne çıkmaktadır. "Tulkuk" veya "tulûk" olarak adlandırılan tulum; oğlak, süt kuzusu, koyun veya keçi derisine basılmaktadır (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Kaşar peyniri üretiminin yapılmadığı ve beyaz peynir üretiminin ekonomik olmadığı ve naklinin güç olduğu bölgelerde eskiden, yağ üretiminden artan yağsız sütün değerlendirilmesiyle Tulum peyniri yapılmaktaydı. Günümüzde büyük şehirlerin bu peynir türüne ilgi duymasıyla büyük ölçekte üretimine başlanmıştır (Kurt ve ark., 1991).

Tulum peyniri hemen tüketilmeyen, belli bir olgunlaşma süreci bekletilen, yarı sert tip peynir grubundadır. Üretiminde yağlı ya da yağsız koyun, keçi veya inek sütü kullanılmaktadır. Hammadde ve ambalaj materyallerindeki değişikliğe bağlı olarak değişen yapım tekniğine göre yaklaşık 30 farklı çeşide sahip olan Tulum peynirinin başlıcaları; Malatya'da Tomas peyniri, Erzincan'da koyun sütünden yapılan Şavak (Şafak) Tulum peyniri, keçi sütünden yapılan Afyon Tulumu, keçi sütünden yapılan Çimi peyniri, Konya yöresinde üretilen yeşil küflü Tulum peyniri, Ordu çökelekli Tulumu (Olaman) ve İzmir salamura Tulum peyniri olarak sıralanabilir (Durlu-Özkaya ve Gün, 2007). Tulum peyniri, ismini ambalaj malzemesinden (tulumdan) almış olmasına rağmen, bugün piyasada satışa sunulan Tulum peynirlerinin büyük bir çoğunluğu plastik bidonlar içerisindedir. Tulumda muhafaza, eskiden teneke ve diğer ambalaj malzemeleri bulunmadığından tercih edilmiştir (Dağdemir, 2000).

2.1.3. Üretimi

Üretim sütün bol olduğu Mart-Temmuz aylarında artmaktadır (Akın, 2002). Türkiye'de Tulum peyniri, üretim tekniği ve görünümü itibariyle birbirinden oldukça farklılık gösteren kuru ve salamuralı olmak üzere iki çeşitte yapılmaktadır. Kullanılan süt sağımdan sonra sahip olduğu sıcaklıkta mayalanmakta veya mayalanma sıcaklığı olan 30-32 ^{o}C'ye ısıtılmakta, pastörizasyon işlemi uygulanmamakta ve starter kültür kullanılmamaktadır. Mayalama sıcaklığının mevsimsel olarak değerlendiren bir çalışmada soğuk havalarda 27-41 ^{o}C, sıcak havalarda 28-39 ^{o}C olması gerektiği bildirilmiştir (Sert ve Akın, 2008).

Genel olarak kuru Tulum peyniri üretimde bir kaşık dolusu rennet yaklaşık 30 ^{o}C'de 20 litre süte ilave edilir ve 60-160 dakika içerisinde pıhtılaşma gerçekleşir (Akyüz, 1981). Oluşan pıhtı peynir altı suyunu ayırmak için bir bez içerisine konarak yaklaşık 30 dakika asılı bırakılır. Sonra bez torba bir ağırlık altına yerleştirilir ve yaklaşık 30-40 g/cm^2'lik bir basınç altında 150 dakika kadar baskıya alınır. Serumu ayrılan ve pH'sı yaklaşık 5.05-5.15 civarında olan teleme 3-5 mm^3'lük küçük parçalar halinde kesilir. Daha sonra tulum içerisine doldurulurken %2-5 oranında tuz ilave edilir ve hava uzaklaştırılır. Tulumun tüylü kısmı dış tarafta olmalı ve teleme hiç boşluk bırakmadan tuluma sıkıca basılmalıdır. Doldurma işlemi bittikten sonra tulumun ağız kısmına biraz fazla tuz serpilir ve boşluk kalmayacak şekilde sıkıca dikilir. Tulumlara doldurulan peynirler %85 nisbi nemde +4 ^{o}C'de 3-6 ay süre ile olgunlaşmaya bırakılır. Olgunlaşma sırasında keçi derisi doğal mikroflora ile birlikte Tulum peynirine has keskin tat ve aromanın oluşmasını sağlar (Akyüz, 1981; Üçüncü, 2005).

Tulum peyniri üretiminde ambalaj materyali olarak genellikle deri kullanılmasına rağmen son yıllarda ucuz ve dayanıklı olmasının yanı sıra kolay elde edilebilmeleri nedeniyle gıda ambalajlama açısından pek de güvenilir olmayan plastik bidonlar içerisinde satışa sunulmaktadır. Ancak peynir gibi yağlı ve asitliği yüksek ürünlerin bu tip plastik materyaller içerisinde muhafazası bir takım kanserojenik maddelerin gıda maddelerine geçme riskini beraberinde getirdiğinden kullanılan ambalaj malzemesinin taşıması gereken özellikler belirlenmelidir (Şengül ve Çakmakçı, 1998; Tekinşen ve ark, 1998).

Tulum peyniri üretiminde diğer peynir çeşitlerinde olduğu gibi modern teknoloji kullanılmaya başlanmıştır. Ancak üretiminde birçok işletmede ya da çiftlikte henüz standart bir teknik uygulanmamaktadır. Genellikle küçük işletmelerde, farklı hammadde

kullanılarak, ısıl işlem uygulanmamış sütlerden farklı üretim teknikleriyle üretilen Tulum peynirlerinde farklı mikrobiyolojik, duyusal, fiziksel ve kimyasal özellikler ortaya çıkmakta ve standart bir kalite sağlanamamaktadır. Bu durum peynir kalitesini ve güvenilirliğini negatif olarak etkilemekte, ekonomik açıdan da kayıplara neden olmaktadır (Sert ve Akın 2008). Bu kayıplar sadece üretim tekniği ve hammaddeye bağlı olmayıp üretimde kullanılan mayanın çeşit, miktar, mikrobiyal yük ve kuvvetçe farklı olması, olgunlaştırma koşullarının farklılık göstermesi, hammaddenin pastörize ve standardize edilmeden kullanılması da etkili parametrelerdir (Yerlikaya ve Kınık, 2013). Tüketime sunulan Tulum peynirleri beyazdan sarıya kadar değişen renklerde olmakla beraber bazıları istenmeyen koku ve lezzete sahiptir. Duyusal kalitedeki bu farklılık kimyasal ve mikrobiyolojik kalitenin farklılığıyla ilişkilidir (Kurt ve ark., 1991). Bu nedenle hammadde olarak oldukça kaliteli sütler kullanılmalıdır. Ayrıca uygulanan ısıl işlem peynirin karakteristik özellikleri üzerinde önemli bir role sahiptir. Peynirde gelişen aromanın çeşidi ve yoğunluğu, uygulanan ısıl işlemin sıcaklık derecesi ve uygulama süresi ile yakından ilişkilidir. Üretim esnasında uygulanan işlemlere bağlı olarak olgunlaşma süresi de değişmektedir (Mendia ve ark., 1999). İşleme esnasında Tulum peyniri sütüne ısıl işlem uygulanmaması sonucunda peynirin aroması diğer peynirlere kıyasla daha yoğun olmaktadır.

2.2. Süt Proteinleri ve Özellikleri

Süt proteinleri içerdiği esansiyel aminoasitler ve organik azot bakımından oldukça önemlidir. Sütte mevcut proteinlerin yaklaşık %80'ini kazeinler, %20'sini ise serum proteinleri oluşturmaktadır. Serum proteinlerine peynir üretimi sırasında peynir suyunda kaldıkları için "peynir altı suyu proteinleri" de denmektedir (Üçüncü, 2005). Serum proteinleri globüler yapıda olup, β-laktoglobulin (%50), α-laktalbumin (%20), serum albumini (%10), immünoglobulinler (%10) ve proteoz-peptonlar (%10) ile diğer minör protein fraksiyonlarından (laktoferrin vb.) meydana gelir. Serum proteinleri ısıya duyarlı proteinlerdir ve suda çözünür halde bulunurlar (Aimutis, 2004). β-Lg' nin 8 genetik çeşidi vardır. Bunlar; A, B, C, D, E, F, G ve Dr'dir. IgM, IgA, IgE ve IgG olmak üzere 4 tip immünoglobulin vardır. Minör proteinler; asil glikoproteinler ve demir bağlayıcı özelliğe sahip β-mikroglobulin ve laktoferrindir (Marth and Steele, 2001).

Kazein miselleri daha çok beslenme açısından önem taşırken (kalsiyum, fosfat ve amino asit kaynağı), serum proteinleri iz elementler, kalsiyum ve vitaminler (vitamin A) gibi önemli besin maddelerinin taşınmasını ve emilimini teşvik etmekte, laktoz sentezinde kritik rol oynamakta ve ayrıca koruyucu bir fonksiyona da sahip olmaktadırlar (Marshall, 2004).

Çözünürlüğüne bağlı olarak pH 4.6 (20 ^{o}C)'da protein fraksiyonları kazeinlere ve peynir altı suyu proteinlerine ayrılır. Süt proteinlerinin %80'ini oluşturan kazeinler, pH 4.6'da çöker. Bu protein kompleksi sütte miseller halinde bulunur ve α_{s1}-, α_{s2}-, β-, κ- ve γ-kazeininden meydana gelir. pH 4.6'da çözünen peynir altı suyu proteinleri ise β-laktoglobulin (β-lg) ve α-laktalbumin (α-la)'den oluşmaktadır (Walstra ve ark., 1984; Üçüncü, 2005).

Kazein misellerinin %7'si kalsiyum, magnezyum, sodyum, fosfat ve sitrat gibi maddelerden meydana gelir. Bu kısımda kalsiyum ve fosfat miktar açısından oldukça fazladır. Bu maddeler kolloidal kalsiyum fosfat formunda bulunurlar. Kazein, kalsiyum ve fosfat ile bir kompleks oluşturur ve oluşan bu komplekse kalsiyum kazeinat-fosfat veya kalsiyum-fosfokazeinat denir. Bu nedenle bir fosfoprotein olarak düşünülür (Metin, 2003). Kazeinin, kalsiyum bağlama kapasitesi fosfat içeriği ile doğru orantılıdır. α_{s1}- ve α_{s2}- Kazein kalsiyuma karşı duyarlıdır. α_{s}-Kazein 3-8 mM kalsiyum (Ca^{+2}) konsantrasyonunda ve β-kazein 8-15 mM Ca^{+2} konsantrasyonunda çöker. κ-Kazein ise her seviyesinde çözünür durumdadır. κ-Kazein ayrıca α_{s1}- ve β-kazeinin stabilizasyonunu sağlamaktadır (Marth and Steele, 2001). Kazeinler, vücutta çinko, kalsiyum, bakır, demir ve fosfat iyonlarını taşıma gibi çeşitli biyoaktiviteler göstermelerinin yanı sıra, bazı biyoaktif peptidlerin prekürsörü olarak da fonksiyon görmektedirler (Tunçtürk, 2003).

Süt proteinleri biyoaktifler için önemli bir kaynaktır (Livney, 2010). Süt proteinleri enzimler ile hidrolize olarak fonksiyonel özellikler kazanır. pH, sıcaklık, hidroliz derecesi ve enzim özellikleri gibi reaksiyon şartları dahil olmak üzere çeşitli hidroliz parametreleri ve her gıdaya ait temel karakteristik özellikler olan iyonik kuvvet, kalsiyum, diğer polivalan (çok değerli) iyonlar, şekerler ve hidrokolloidlerin konsantrasyonu proteinlerin dönüşüm mekanizmasını önemli ölçüde etkilemektedir. Yapılan çalışmalarda, süt ve süt ürünleri dahil çeşitli diğer gıdalarda uygun hidrolizatların oluşmasını sağlayan protein çözünürlüğü, ısı stabilitesi, emülsiyon kapasitesi ve köpük oluşturma özelliklerinin süt proteinlerinde sınırlı hidroliz ile arttığı görülmüştür. Protein hidrolizatlarının fonksiyonel özellikleri üzerindeki en önemli

parametresi çözünebilirliğidir. Bu parametre moleküler ağırlığın azalmasıyla ve daha küçük, hidrofilik ve çözünebilir polipeptidlerin artışı ile korelasyon gösterir. Süt protein hidrolizatlarının jelleşme özelliği, hidrojen bağları ve elektrostatik kuvvetler ile çok az bir etkileşimde bulunan hidrofobik peptid agregatları arasındaki ilişkiden kaynaklanır. Geniş kapsamlı bir hidroliz ile proteinlerin emülsifiye özelliklerini azaltan serbest amino asitlerin ve kısa zincirli peptidlerin yüksek oranda oluşumu gerçekleşir (Castro ve ark., 2015).

2.3. Peynirin Olgunlaşması

Peynir olgunlaşması; çeşitli mikrobiyolojik, biyokimyasal ve metabolik proseslerin bir sonucudur (Singh ve ark., 2003; Farkye, 2004). Bu prosesler peynirin temel tadı ve yapısı üzerindeki değişimlerle ilgilidir (Smit ve ark., 2005). Bu değişimler özellikle nem, pH, tuz, starter ve starter olmayan mikroflora ve ilave edilen starterler tarafından belirlenmektedir (Singh ve ark., 2003). Birincil değişimler; proteoliz, glikoliz ve lipolizdir. İkincil katabolik değişimler ise amino asitlerin deaminasyonu, dekarboksilasyonu ve desülfürizasyonu, yağ asitlerinin oksidasyonu ve esterifikasyon gibi bazı sentetik değişimlerdir (McSweeney, 2004). Birincil reaksiyonlar genellikle peynirin yapısal değişimi ve aroma oluşumu üzerinde etkili olurken, ikincil reaksiyonlar ise peynirin aromasını belirler ve yapısını modifiye eder (Singh ve ark., 2003).

Proteoliz; peynir olgunlaşması boyunca meydana gelen en kompleks ve en önemli reaksiyondur (McSweeney ve Sousa, 2000; Sousa ve ark., 2001; Upadhyay ve ark., 2004). Proteoliz; rennet, plazmin ve mikrobiyal proteazlar (starter ve starter olmayan bakterilere ait) vasıtasıyla gerçekleşir. Bu proteolitik enzimler, peynirin lezzetine doğrudan etkili olan küçük peptidlerin ve amino asitlerin oluşmasını sağlar (Law, 2001). Birincil proteoliz kimozin ve plazminin aktivitesi sonucu gerçekleşir (Forde ve Fitz-Gerald, 2000). Kazeinin hidrolize olması sonucu büyük ve orta büyüklükte peptidler meydana gelir. Bu peptidler de mikrobiyal enzimler (starter ve starter olmayan bakterilere ait) ve koagülantlar vasıtasıyla gerçekleşen ikincil proteoliz küçük peptidlere dönüştürülür. Ancak bakteri hücresinin parçalanmasından sonra ortaya çıkan intraselüler enzimler kısa peptidleri serbest amino asitlere parçalar (Sousa ve ark., 2001). Orta büyüklükte ve küçük peptidler pek çok peynir çeşidinde et suyu benzeri lezzetin oluşumu için zemin hazırlamaktadır; kısa hidrofobik peptidler acı lezzet vermektedirler. Bazı peynirde amino asitler (Gly, Ser, Thr, Ala, Pro) tatlı, ekşi (His,

Glu, Asp) veya acı (Arg, Met, Val, Leu, Phe, Tyr, Ile, Trp) lezzetin oluşumuna direk olarak etki etmektedirler (McSweeney, 2004; Vítová ve ark., 2006).

Fermente bir süt ürünü olan peynirde birincil değişimlerden olan glikoliz reaksiyonu, laktozun laktata dönüşümü için tüm peynir çeşitlerinde gereklidir (McSweeney ve Fox, 2004). Laktozun parçalanması kısa zincirli lezzet bileşikleri olan diasetil, aseton, asetat, asetaldehit, etanol, asetik asit ve propiyonik asiti içine alan çok sayıda lezzet bileşiğin oluşumunu etkilemektedir (Forde ve Fitz-Gerald, 2000). Bu değişim boyunca L-laktat üretilen ana izomerdir ve peynir lezzetine katkıda bulunmaktadır (Fox ve Law, 1991).

Olgunlaşma boyunca trigliseridlerden serbest yağ asitleri oluşumuna neden olan lipoliz meydana gelir. Toplam serbest yağ asidi ve kısa/uzun zincirli yağ asidi oranı peynir olgunlaşması boyunca lipaz enzimi tipi ve miktarı ile ilişkilendirilmiştir (Hernandez ve ark., 2009). Gıdalardaki lipidler hidrolitik veya oksidatif parçalanmaya maruz kalabilmektedirler. Ancak, peynirde oksidatif değişiklikler düşük oksidasyon-redüksiyon potansiyeli nedeniyle çok sınırlıdır (McSweeney ve Sousa, 2000; Collins ve ark., 2003b). Peynirlerde lipoliz genellikle lipaz enzimin aktivitesi sonucu hidrolitik parçalanma ile gerçekleşir. Peynirdeki mevcut lipaz enzimi, sütten (lipoprotein lipaz), koagülanttan ve peynir mikroflorasından (starter, starter olmayan ve yardımcı mikroorganizmalar) kaynaklanmaktadır (McSweeney ve Sousa, 2000; Perotti ve ark., 2005). Starter kültürlerde bulunan laktik asit bakterileri genellikle zayıf lipolitik etkiye sahiptirler. Yağ asitlerinin çoğu küfler tarafından trigliseridlerin parçalanmasıyla oluşmaktadırlar (Vítová ve ark., 2006). Yağ asitleri pek çok peynir çeşidinin lezzetine doğrudan etki göstermektedir. Özellikle bütirik asit (C4) ve kaproik asit (C10) güçlü lezzete (ransid, keskin, keçimsi, sabunumsu, hindistan cevizi benzeri) sahiptirler (Singh ve ark., 2003; McSweeney, 2004). Ayrıca, yağ asitleri olgunlaşma sırasında diğer uçucu lezzet bileşiklerinin (metil ketonlar, laktonlar, esterler, alkanlar gibi) üretimi için öncü maddeler olarak görev yapmaktadırlar (Collins ve ark., 2003a; Alewijn ve ark., 2005).

2.4. Biyoaktif Peptidler

2.4.1. Tanımı

Yapısal proteinler içinde inaktif formda bulunan ancak enzimatik aktivite sonucu açığa çıktığında spesifik özellikleriyle önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip amino asit zincirleri "fonksiyonel peptidler" olarak tanımlanmaktadır. Bu fonksiyonel bileşikler çoğunlukla "biyoaktif peptidler" olarak da bilinmektedir (Froetschel, 1996; Tirelli ve ark., 1997). Biyoaktif peptidler genellikle 2-20 amino asit kalıntısı içeren kısa zincirli bir yapıya sahip peptidlerdir, fakat bazı durumlarda 20'den fazla amino asit içeren biyoaktif peptidler mevcuttur, bu duruma örnek olarak 64 amino asit içeren kazeinomakropeptid (KMP) verilebilir (Hartmann ve Meisel, 2007).

Küçük boyutlu ve hidrofobik özellikte olmaları daha kolay absorbe edilmelerine katkı sağlamaktadır (Kınık ve Gürsoy, 2002). Biyoaktif peptidler vücut fonksiyonlarını düzenleyen ve pozitif etkiye sahip spesifik protein fragmentleri olarak da ifade edilebilmektedir. FitzGerald ve Murray (2006) biyoaktif peptidleri fizyolojik tepkilerin oluşmasını sağlayan hedef hücreler üzerindeki spesifik reseptörlere bağlanarak fizyolojik fonksiyonları düzenleyen hormon ya da ilaç benzeri aktivite gösteren peptidler olarak tanımlamıştır. Biyolojik aktiviteleri, amino asit kompozisyonlarına ve dizilerine bağlıdır (Möller ve ark, 2008; Korhonen 2009). Amino asit dizisine bağlı olarak bu peptidler, opioid (uyuşturucu) benzeri, mineral bağlayıcı, bağışıklık sistemini düzenleyici, antimikrobiyal, antioksidan, antitrombotik, hipokolesterolemik, kanser önleyici, kalp krizlerine karşı koruyucu ve antihipertansif etkiler gibi çeşitli aktiviteler gösterebilmektedir. Süt ürünleri çeşitli biyofonksiyonel peptidlerin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır (Korhonen ve Pihlanto, 2003; Meisel, 2005; Erdmann ve ark., 2008; McClements ve ark., 2009).

Gıda kaynaklı biyoaktif peptidler terimi, insanlarda yeterli ve dengeli beslenmeyi desteklemesi üzerine ek olarak düzenleyici fonksiyonlara sahip bitkisel veya hayvansal kaynaklı peptidleri tanımlamaktadır. Biyoaktif peptidler gıdanın yapısında doğal bir bileşen olarak bulunabilirler ya da asıl protein sekansında inaktif formda bulunan peptidler enzimatik hidrolizle açığa çıkabilirler (Meisel, 2005; Korhonen ve Pihlanto, 2006; FitzGerald ve Murray, 2006). Proteinlerin kimyasal yapısında bulanan biyolojik olarak aktif formdaki amino asit zincirleri, *in vitro* şartlarda enzimatik olarak ve/veya *in vivo* şartlarda proteinlerin gastrointestinal sindirimi sonucu meydana

gelmektedir (Meisel, 1998). Gıdanın işlenmesi sırasında gerçekleştirilen proseslerde, kullanılan metotlarda (kimyasal, enzimatik uygulamalar veya fermantasyon metotları) ya da gıdanın tüketiminden sonra sindirim sisteminde gerçekleşen reaksiyonlarla proteinler hidrolize uğrayarak biyoaktif peptidler oluşabilmektedir. Örneğin, proteoliz peynir olgunlaşması sırasında meydana gelen en temel biyokimyasal reaksiyondur ve proteinlerin parçalanması sonucunda biyoaktif peptidler meydana gelir. Bu katabolizma reaksiyonunda sütten gelen plazmin enzimi, rennetten gelen pepsin ve kimozin enzimleri ve mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen enzimler önemli bir rol almaktadır (Korhonen ve Pihlanto, 2006; FitzGerald ve Murray, 2006).

Biyoaktif bileşikler vücutta serbest kaldıktan ya da açığa çıktıktan sonra hormon benzeri aktiviteleriyle düzenleyici bileşikler gibi fonksiyon gösterirler. Bu nedenle "gıda hormonu" veya "formonlar" olarak da adlandırılmaktadırlar. Biyoaktif peptidler gıdalarla alındıklarında veya bağırsak sisteminde üretildikten sonra bağırsakta bulunan hedef bölgeleriyle interaksiyona girerler. Bunu takiben, absorbe edilerek periferal (çevresel) organlara ulaşırlar (Meisel, 2005; Möller ve ark., 2008).

2.4.2. Biyoaktif peptid kaynağı olan gıdalar

Gıdalarda bulunan bazı proteinler biyolojik olarak aktif peptidleri bulundurmaktadır. Biyoaktif peptidlerin kaynağı olan proteinler; bitki ve hayvan orijinli doğal bileşenler veya genetik olarak modifiye edilmiş kaynaklardan elde edilen bileşenler olabilir. Biyolojik olarak aktif olan peptidler, proteinin yapısında inaktif olarak bulunurlar. Özellikle biyoaktif peptidlere süt ve yumurta zengin kaynak oluştursa da bu peptidler ayrıca çoğu bitkiler ve çeşitli et türlerinde bulunmaktadır. Çeşitli kaynaklardan biyoaktif peptid üretimi üzerine artan ticari ilgi mevcuttur (Korhonen ve Pihlanto, 2003).

2.4.2.1. Biyoaktif peptid kaynağı olarak süt ve süt ürünleri

Süt, bebekler ve yetişkinler için önemli besin komponentlerini içeren, biyolojik olarak aktif bileşenlerin kaynağı olan bir gıda maddesidir. Bu biyoaktif bileşenlerinin başında biyoaktif peptidlerle birlikte kalsiyum, folik asit, B_6 (pridoksin) ve B_{12} (siyanokobalamin) vitaminleri ile konjuge linoleik asit gelmektedir (Preuffer and Schrezenmeir, 2000).

Uzun zamandır süt proteinleri esansiyel amino asitler gibi sadece besleyici bileşenlerin kaynağı olarak düşünülürdü (Hambræus, 1992). Son 10 yıldır çeşitli araştırmalar, biyoaktif peptidlerin amino asit sekanslarına bağlı olarak süt proteinlerinin besinsel ve fonksiyonel olarak önemli bir kaynak olduğunu ve çeşitli biyolojik fonksiyonlara sahip olabileceğini göstermiştir (Leónil ve ark., 2000). 1979'dan beri çeşitli araştırmacılar süt proteini orijinli biyoaktif peptidler tanımlamıştır (Meisel, 1997). Bu peptidler temel protein içerisinde inaktif formda bulunur ve gastrointestinal sistemde taşınması sırasında sindirim enzimleri tarafından parçalanarak ya da fermantasyon veya olgunlaştırma işlemi olan gıda prosesleri sırasında meydana gelir (Kitts ve Weiler, 2003). Laktik asit bakterilerinden elde edilen proteolitik enzimler, süt proteinlerinden biyoaktif peptidler oluşmasında önemli bir rol almaktadır (Korhonen, 2009).

α_{s1}-Kazein ve β-kazein sütte büyük oranda bulunan önemli proteinlerdir ve bu proteinler proteolize karşı duyarlıdır. Sırasıyla protein dizilerinde 199 ve 209 amino asit bulunması ile birlikte, bu proteinler 20.000'den fazla farklı peptidi meydana getirme kapasitesine sahiptir (Yamamoto ve Takano, 1999). Biyoaktif peptidler kazeinlerin ve peynir altı suyu proteinlerinin hidrolizi ile yüksek oranda meydana gelebilmektedir (Meisel, 1998). Biyoaktif peptidler ayrıca sütün işlenmesi sırasında doğal olarak bulunan enzimler tarafından meydana gelebilmektedir (Gobbetti ve ark., 2002). Olgunlaşmış peynirlerin bazı tipleri doğal olarak fonksiyonel peptidlerin oluştuğu gıdalara güzel bir örnek olarak verilebilir. Çünkü bazı biyoaktif peptidler peynir kültüründe bulunan mikrobiyal enzimlerin proteoliz aktivitesi ile doğal olarak meydana gelebilmektedir (Meisel, 2004). Ancak çok uzun süren olgunlaşma periyodunda ileri proteoliz reaksiyonundan dolayı açığa çıkan biyoaktif peptidler inaktif olabilir (Meisel ve ark., 1997). Örneğin orta düzeyde olgunlaştırılmış Gouda peynirinin, çok daha uzun süre olgunlaştırılmış Gouda peynirine göre iki kat daha fazla ACE-inhibitörü aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Smacchi ve Gobbetti, 2000).

Süt ürünlerindeki proteinlerden ve oligopeptidlerden meydana gelen biyoaktif peptidlerin oluşumu sindirim esnasında da gerçekleşebilir (Hernandez-Ledesma ve ark., 2004). Gastrointestinal sistemde uzun yapıdaki oligopeptidler sindirim enzimleri tarafından biyoaktif peptidlerin oluşmasını sağlayacak şekilde ileri derecede parçalanır (Korhonen ve Pihlanto, 2003). Ancak, intestinal proteinazlar ya da bağırsaktaki fırçamsı yüzeye ait peptidazlar tarafından ileri derecede sindirimi ile kısmen hidrolize olmuş biyoaktif peptidlerin biyolojik aktivitesi azalabilir ya da sınırlanabilir (Meisel ve

Bockelmann, 1999). Süt, yoğurt ya da inek kazeini sindirimi sonunda insan ve hayvan bağırsağında çeşitli biyoaktif peptidlerin oluşumu gözlenmiştir (Chabance ve ark., 1998).

Sağlık üzerinde sayısız etkileri ve fermente olmuş süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri, süt bileşenlerinin fiziksel ve kimyasal modifikasyonuna neden olan mikroorganizmalara bağlıdır. Bu noktada laktik asit bakterileri önemli bir rol oynamaktadır. En önemli metabolik aktivite süt fermantasyonunda proteoliz süresince meydana gelir. Proteoliz, laktik asit bakterilerinin ortamda gelişmesini sağlar ve sonuçta fizyolojik olarak aktif peptidlerin meydana gelme potansiyelini etkileyebilir. Mikrobiyal proteoliz oldukça spesifiktir ve çoğu güçlü biyoaktif peptidin meydana gelmesine neden olur. Yapılan bir çalışmada peptid oluşumunun fermente olmamış süte göre yoğurt tüketiminden sonra daha fazla olması Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (HPLC) analizi ile ortaya konulmuştur. Süt proteinlerinin peptid yapısı, biyoaktif peptidlere potansiyel bir kaynak olabilecek mikrobiyal fermantasyondan sonra önemli ölçüde farklılık gösterir (Chabance ve ark., 1998). Fermente sütten elde edilen biyoaktif peptidler normal sütten elde edilen biyoaktif peptidlere göre daha etkilidir (Sipola ve ark., 2001). Peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen ikincil proteoliz, diğer biyoaktif peptidlerin oluşmasına neden olabilir ve bu peptidlerin biyoaktivitesi peynirin olgunlaşma aşamasına bağlı olarak değişmektedir (Meisel ve ark., 1997). Dolayısıyla fermente edilmiş süt ürünleri, süte göre daha fazla biyoaktif peptid bileşeni içermektedir. Bu nedenle biyoaktif peptid kaynağı olan gıdaların büyük bir bölümünü fermente edilmiş süt ürünleri oluşturmaktadır. Çizelge 2.1.'de çeşitli peynir tiplerinde ve fermente süt ürünlerinde tanımlanmış biyoaktif peptidler gösterilmiştir.

Peynir olgunlaşması boyunca meydana gelen peptidlerin biyoaktiflik özelliği, proteolitik sistem tarafından parçalanması sonucu oluşan yapı ile ilişkilidir (Muehlenkamp ve Warthesen, 1996; Sabikhi ve Mathur, 2001; Butikofer ve ark., 2007; Butikofer ve ark., 2008). Olgunlaşma sırasında meydana gelen ikincil proteoliz, diğer biyoaktif peptidlerin oluşmasına öncüllük eder. Meydana gelen biyoaktif peptidlerin çeşidi peynirin olgunlaşma derecesine bağlı olarak değişiklik gösterir. Genellikle peynir olgunlaşması boyunca aktif peptid konsantrasyonu artar (Meisel ve ark., 1997; Saito ve ark., 2000; Ryhänen ve ark., 2001).

Çizelge 2.1. Çeşitli peynir tiplerinde ve fermente süt ürünlerinde tanımlanmış biyoaktif peptidler (Korhonen ve Pihlanto, 2006)

Ürün	Tanımlanmış biyoaktif peptid örnekleri *	Biyoaktivite	Referanslar
Peynir tipi			
Parmigiano–Reggiano	β-kn f(8–16), f(58–77), α_{s2}-kn f(83–33)	Fosfopeptidler, β-kazomorfin prekürsörleri	Addeo ve ark. (1992)
Cheddar	α_{s1}- ve β-kazein fragmentleri	Çeşitli fosfopeptidler	Singh ve ark. (1997)
İtalyan çeşitleri: Mozzarella, Crescenza, Italico, Gorgonzola	β-kn f(58–72)	ACE inhibitörü	Smacchi ve Gobbetti (1998)
Gouda	α_{s1}-kn f(1–9), β-cn f(60–68)	ACE inhibitörü	Saito ve ark. (2000)
Festivo	α_{s1}-kn f(1–9), f(1–7), f(1–6)	ACE inhibitörü	Ryhänen ve ark. (2001)
Emmental	α_{s1}- ve β-kazein fragmentleri	Bağışıklık sistemini uyarıcı, çeşitli fosfopeptidler, antimikrobiyal	Gagnaire ve ark. (2001)
Manchego	Koyuna özgü α_{s1}-, α_{s2}- ve β-kazein fragmentleri	ACE inhibitörü	Gómez-Ruiz ve ark. (2002)
Emmental	Aktif peptid tanımlanmamış	ACE inhibitörü	Parrot ve ark. (2003)
Fermente edilmiş sütler			
Ekşi süt	β-kn f(74–76, f(84–86), κ-kn f(108–111)	Antihipertansif	Nakamura ve ark. (1995)
Yoğurt (koyun sütü)	Aktif peptid tanımlanmamış	ACE inhibitörü	Chobert ve ark. (2005)
Dahi	Ser-Lys-Val-Tyr-Pro	ACE inhibitörü	Ashar ve Chand (2004)

*Kısaltmalar: α_{s1}-kn = α_{s1}-kazein, β-kn = β-kazein, κ-kn = κ-kazein.

2.4.3. Süt ve süt ürünleri kaynaklı biyoaktif peptidlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri

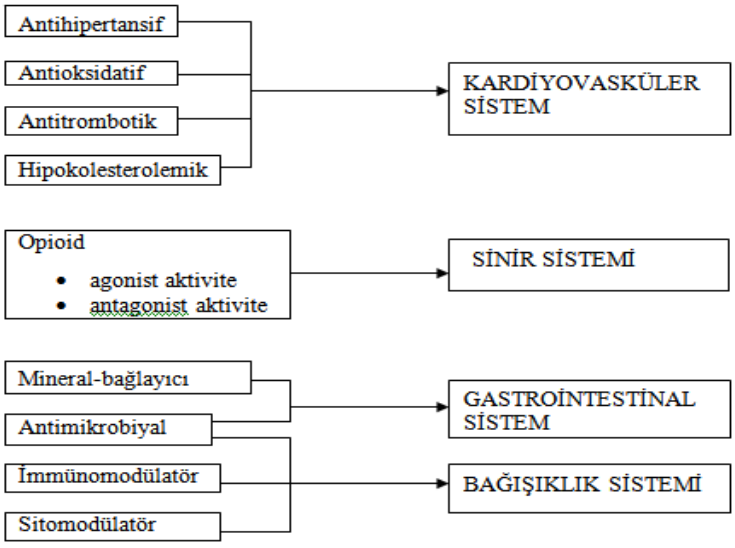
Biyoaktif peptidler, gastrointestinal sistemde epitel membranlardan absorbe edilir ve buradan da kan akışı yoluyla hedef organlara ulaşarak biyolojik etkilerini gösterirler (Korhonen ve Pihlanto, 2003). Di- ve tripeptidler gibi kısa zincirli peptidlerin sindirim enzimleri ile ileri derecede hidrolize uğramadan kolaylıkla bağırsakta absorbe edildiği ve hedef organa ulaştığı bildirilmiştir (Meisel ve Bockelmann, 1999; Shah, 2000).

Süt proteini orijinli biyoaktif peptidler, vücutta çeşitli proseslerin düzenleyicileri olarak faaliyet göstermektedir. Ayrıca çoğu süt orijinli biyoaktif peptid, multifonksiyonel özellikler taşımaktadır. Örneğin opioid peptidler, agonistik ya da antagonistik aktiviteler gösteren opioid reseptör ligandlarıdır. Anjiyotensin dönüştürücü

enzimi (ACE) inhibitörü peptidler, antihipertansif etki gösterebilir. Bağışıklık sistemini düzenleyici kazein, insan vücudundaki lenfositlerin çoğalmasını ve makrofajların fagositik aktivitelerinin artmasını düzenleyen peptidlerdir. Antimikrobiyal peptidler ise duyarlı mikroorganizmaları yok eder. Antitrombotik peptidler, trombosit yüzeyleri üzerindeki belirli reseptör bölgelere fibrinojenin bağlanmasını engeller ve ayrıca trombositlerin pıhtılaşmasını önler. Kazeinofosfopeptidler (KFP'ler), çözünebilir organofosfat tuzları oluşturabilirler ve özellikle kalsiyum olmak üzere çeşitli minerallerin taşıyıcısı olarak fonksiyon gösterebilirler. Biyoaktif peptidlerin fonksiyonlarının çeşitliliği, bağırsak sistemindeki ya da emilimi gerçekleştikten sonra periferal (çevresel) organlardaki hedef alanlara (reseptörler, enzimler gibi) olan etkisinden kaynaklanır (Meisel, 1997).

Fizyolojik bazı biyoaktif etkiler tek bir komponente bağlı iken, bazı biyoaktiviteler komponentlerin ortak etkisi sonucu oluşmaktadır. Bu bağlamda, biyoaktif peptidlerin biyoaktivitelerini tam olarak gösterebilmesi için diğer bazı peptidler ve peptid olmayan diğer komponentler ile interaksiyona girmesi gerekebilmektedir. Yani bazı biyoaktiviteler farklı bileşenlerin sinerjik etkisinin bir sonucudur (Schanbacher ve ark., 1998).

Şekil 2.1.'de biyoaktif peptidlerin çeşitleri ve vücut sistemleri üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Bu bölümde biyoaktif peptidleri sınıflandırarak sağlık açısından fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve bu fonksiyonları gerçekleştirdiği etki mekanizması hakkında bilgi verilecektir.



Şekil 2.1. Biyoaktif peptidlerin fizyolojik fonksiyonları (Korhonen ve Pihlanto, 2006)

2.4.3.1. ACE inhibitörü/Antihipertansif peptidler ve etki mekanizması

Hipertansiyon dünya çapında önemli bir sağlık problemidir. Miyokardiyal enfarktüs, kalp yetmezliği ve son aşama diyabet gibi kalp-damar hastalığı ile ilişkili olarak hipertansiyon en önemli kontrol edilebilir risk faktörlerinden biridir (FitzGerald ve ark. 2004; Meisel ve ark., 2006). Hipertansiyon yani yüksek kan basıncı, kalp krizi ve kalp yetmezliği gibi kardiyovasküler hastalıkların gelişmesinde anahtar bir faktördür (FitzGerald et al., 2004). Kan basıncı, çok sayıda farklı biyokimyasal metabolik yollar tarafından kontrol edilir. Genel olarak kan basıncı kontrolü, renin-Anjiyotensin sistemi ile ilişkilendirilmiştir. Bu sistem damar basıncını düzenlemede önemli bir rol oynar (Dostal ve Baker, 1999).

Renin, Anjiyotensinojeni (karaciğer tarafından üretilen globulin=kan proteini) karaciğerde bir dekapeptid olan Anjiyotensin I'e dönüştürür. Anjiyotensin I de anjiyotensin dönüştürücü enzimi (ACE) vasıtasıyla proteolitik parçalanma geçirerek, biyolojik olarak aktif bir oktapeptid olan Anjiyotensin II'yi meydana getirir (Jaspard ve ark., 1992; Lavoie ve Sigmund, 2003). Anjiyotensin I peptidi C-terminal ucundan histidin ve lösin amino asitlerinin ayrılmasıyla Anjiyotensin II peptidine dönüşür (Vinderola ve ark., 2008). ACE, aktivasyonu için çinko ve klorür gerektiren bir enzim olup çinko proteaz sınıfına aittir (Dubay ve ark., 1993). ACE, biyolojik olarak inaktif Anjiyotensin I peptidini potansiyel vazokonstriktör (damar daraltıcı) ve kardiyovasküler trofik (besleyici) faktör olan Anjiyotensin II'ye dönüştürür. Anjiyotensin II;

- Kan basıncını arttırıcı,
- Sodyum ve sıvı tutulmasını arttırıcı,
- Sempatik adrenerjik (adrenalin ile ilgili) fonksiyonu arttırıcı,
- Kalp ve damar yenilenmesine yardımcı etkileri de dahil olmak üzere önemli etkilere sahiptir (Messerli ve ark., 1996).

Antihipertansif peptidler etki fonksiyonlarına göre ACE inhibitörleri olarak göz önünde bulundurulurlar. Antihipertansif peptidler ACE üzerinde inhibitör bir etkiye sahip olan biyoaktif peptidlerin bir sınıfıdır. Anjiyotensin II damar daraltıcı yani damar genişlemesini engelleyen bir inhibitördür. Bu peptid, iyon tutulmasını ve sıvı atılımını etkileyen aldesteron üretimini arttırır ve böylece hipertansiyona neden olur. Anjiyotensin II kan basıncını doğrudan etkiler. Sonuç olarak ACE üzerinde bir inhibitör

olarak etki gösteren her peptidin bir antihipertansif peptid olabileceği düşünülmüştür (Vinderola ve ark., 2008).

Zenginleştirilmiş pepsin, tripsin ve kimotripsin aktivitelerini içeren gastrointestinal proteinaz preparatları ile süt proteinlerinin laboratuvar koşullarında inkübasyonu, ACE inhibitörü peptidlerin meydana gelmesini sağlar. Bu nedenle, bütün süt proteini hidrolizatları, kazeinatlar, peynir altı suyu proteinleri ve özgün süt proteinleri açısından zengin fraksiyonlar ACE inhibitörü peptidlere potansiyel olarak iyi bir kaynaktır (Abubakar ve ark., 1998; Schlothauer ve ark., 2005). Kazein hidrolizatlarından elde edilen peptidlerin peynir altı suyu proteini hidrolizatlarından elde edilen peptidlere göre daha yüksek ACE-inhibitörü aktivitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Pihlanto-Leppälä ve ark., 1998).

Olgunlaşmış peynirlerden ACE-inhibitörü aktivitesi gösteren düşük moleküler ağırlıklı peptidler tanımlanmıştır (Gill ve ark., 2000). Meisel ve ark. (1997) ACE-inhibitörü aktivitesinin orta derecede olgunlaştırılmış Gouda peynirinde, kısa ve çok uzun olgunlaştırılmış peynirlere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Yoğurt ve taze peynir gibi düşük bir proteoliz derecesine sahip ürünlerde ACE-inhibitörü aktivitesinin de düşük olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Gouda peynirinin 13. haftasında elde edilen peptidlerde ACE-inhibitörü aktivitenin en yüksek olduğu ve sonraki günlerde azalmaya başladığı bildirilmiştir (Ryhänen ve ark., 2001). Gómez-Ruiz ve ark. (2002), koyun sütünden yapılan Manchego peyniri üzerinde yaptıkları bir çalışmada, olgunlaşma süresinin 15. gününden itibaren elde ettikleri peptidlerin ACE-inhibitörü özelliklere sahip olduğu göstermiştir. Parrot ve ark. (2003) yaptıkları *in vitro* bir çalışmada, Emmental peynirinin suda çözünebilir ekstraktlarının sırasıyla pepsin ve tripsin enzimleriyle parçaladıktan sonra daha yüksek bir ACE-inhibitörü aktivitesi gözlemlemiştir. Addeo ve ark. (1992) yaptıkları bir araştırmada, 6 ay olgunlaştırılmış parmesan peynirinden α_{s1}-kazein türevli antihipertansif peptid izole etmiştir fakat olgunlaşmanın 15. ayından sonra antihipertansif aktivite gözlemlenmediğini bildirmiştir.

Opioid peptid fragmenti olan β-kazomorfin-7, düşük bir ACE-inhibitörü aktivitesi gösterir (Meisel ve Schlimme, 1990). Çeşitli ACE-inhibitörü peptidlerin ortak yapısal özelliği ve aktivitesi substratın C-terminal tripeptid sekansından etkilenmeleridir (Ondetti ve Cushman, 1982) ve N-terminal yapısının ACE-inhibitörü aktivitesi ile bir ilişkisi bulunmamaktadır (Fandiño ve ark., 2006). Çoğu ACE-inhibitörü peptidler,

genellikle karboksil ucunda bir prolin amino asidi içeren kısa zincirli peptidlerdir (Vermeirssen ve ark., 2004). Bu peptidlerin diğer genel yapısal özelliği C-terminal pozisyonunda aromatik amino asitlerin bulunmasıdır. Triptofan, fenilalanin ve tirozin amino asitleri ACE'nin aktif alanlarına bağlanmak için daha fazla birleşme eğilimi gösterir. Optimum aktivite için daha uygun yapının C- terminal pozisyonunda esas olarak hidrofobik grupları içermesi gerekir. ACE inhibitörü sekanslarında hidrofobik bir grubun varlığı önemlidir. Kazein orijinli ACE inhibitörü peptidlerin, hidrofobik peptidlerin büyük bir oranını içerdiği ortaya koyulmuştur. (>%60) (Gobbetti ve ark., 2000).

2.4.3.2. Opioid peptidler ve etki mekanizması

Opioid reseptörler (μ-, δ- ve κ-tipi) memeli organizmanın intestinal sistemi dahil olmak üzere sinir, endokrin ve bağışıklık sisteminde bulunur. Bu reseptörler, ekzojen opioidler ve opioid antagonistlerle birlikte endojen ligandlarla etkileşimde bulunabilir (Teschemacher and Brantl, 1994). Gıda türevli opioid biyoaktif peptidler 1970'li yılların sonlarına doğru bulunmuştur. Bu peptidler μ, ó veya κ-tipi opioid reseptörlerle etkileşen endojen ligandlarla olan yapısal benzerliklerinden dolayı 'eksorfinler' olarak isimlendirilmişlerdir (Clare ve Swaisgood, 2000). Opioid peptidler, intestinal epitel ve diğer hücreler üzerindeki spesifik opioid reseptörlere bağlanabilen, kazomorfinler ve eksorfinler gibi kısa (5-10 amino asit içeren) amino asit dizisine sahip peptidlerdir (Froetschel, 1996; Schanbacher ve ark., 1998). Bu reseptörler spesifik fizyolojik fonksiyonlardan sorumludur. Örneğin; μ-reseptörü heyecanlı davranışlar ve intestinal hareketliliğin baskılanması, δ-reseptörü heyecanlı davranışlar ve κ-reseptörü yatıştırıcı etki ve gıda emiliminden sorumlu olarak etki göstermektedir (Pihlanto-Leppälä, 2001). Opioid peptidler, β-kazein (60.-70. fraksiyon: β-kazomorfin), α_{s1}-kazein (90.-96. fraksiyon: α-kazomorfin), β-laktoglobulin (102.-105. fraksiyon: β-laktorfin) ve α-laktalbumin (50.-53. fraksiyon: α-laktorfin) kaynaklıdır ve bunlar içerisinde de en güçlü opioid aktivite gösteren biyoaktif peptid β-kazomorfin'dir (Schanbacher ve ark., 1998).

Opioid peptidler, opioid agonist (rahatlatıcılar) ve opioid antagonist (uyarıcılar) tarafından oluşur. Rahatlatıcı etkiye sahip peptidler morfin benzeri uyuşturucu bir etki gösterirken, uyarıcı peptidler ise bu etkiyi azaltıcı ya da engelleyici bir etki gösterir (Séverin ve Wenshui, 2005). Kazein kaynaklı peptidlerden kasokinler uyarıcı etkiye; eksorfin, α ve β-kazomorfin ise rahatlatıcı etkiye sahiptir (Schanbacher ve ark., 1997).

Bu peptidler, analjezik (ağrı kesici) etki ve endokrin uyarımı dahil olmak üzere geniş bir etki spektrumuna sahiptir. Bu nedenle sinir sistemi üzerinde çok önemli bir role sahip olduğu söylenebilir. Opioid peptidler; bağırsak mukozasında güçlü bir salgı kesici etkiye ve gastrointestinal hareketleri engelleyici önemli bir etkiye sahip olmalarından dolayı antidiyare özelliğine sahiptirler (Paroli, 1988; Meisel ve Schlimme, 1990).

Opioid peptidler, opioid reseptör ligandlarla birlikte agonistik aktivite gösterir (Brand ve ark., 1981). Temel ekzojen opioid peptidler, β-kazomorfinlerdir. Bunlar kazein dizisinin 60-70 arası fragmentleridir ve μ-tipi ligandlar olarak karakterize edilir (Teschemacher and Brantl, 1994). Ayrıca β-kazomorfinler antidepresan aktivite göstermektedirler (Hayes ve ark., 2007). α-Kazeinin 90-96, 90-95 ve 91-96 sekansında olan α_{s1}-kazein peptidleri δ-selektif reseptör ligandlarıdır (Loukas ve ark.,1983; Loukas ve ark., 1990). Süt proteini orijinli diğer opioid peptidler olan α- laktorfin inek sütündeki α-laktalbuminin 50-53 sekansında olan peptid fragmentiyken, β-laktorfin ise inek sütündeki β-laktoglobulinin 102-105 sekansında olan peptid fragmentidir (Chiba and Yoshikawa, 1986). Peynir altı suyu proteini orijinli bir opioid peptid olan serorfin ise serum albumininin 399-404 sekansından izole edilmiştir (Tani ve ark., 1994). Opioid peptidler içerisinde en kuvvetli aktivite gösteren biyoaktif peptid β-kazamorfindir (Schanbacher ve ark., 1998).

Tavşanlar üzerinde gerçekleştirilen *in vitro* çalışmalarda, β-kazomorfinler gibi opioid peptidlerin ince bağırsak elektrik iletkenliğini ve sıvı akışını değiştirebilme yeteneğine sahip olduğu ortaya konulmuştur (Tomé ve ark., 1987; Daniel ve ark., 1990). Tavşanlardaki bu peptidin kullanıldığı çalışmalarda, bağırsak hareketini ve peristal hareketini engellediği ve böylelikle gastrointestinal taşıma süresinin uzatabileceği gösterilmiştir (Defilippi ve ark., 1995). Ayrıca kazeinin verilmesi ile köpeklerde bağırsak hareketinin azalması gözlemlenmiştir (Schanbacher ve ark., 1998).

Opioid peptidler; opioid reseptörlere bağlanma alanı ile interaksiyonunu kolaylaştıran özel bir yapı tarafından karakterize edilir (Mierke ve ark., 1990). Ekzojen ve endojen opioid peptidlerin ortak yapısal özelliği, amino terminal ucunda tirozin amino asidin bulunması (α-kazein opioidleri hariç), üçüncü veya dördüncü pozisyonunda fenilalanin ya da tirozin gibi aromatik diğer bir amino asidin bulunmasıdır. Bu yapı opioid reseptörlerin bağlanma alanına uygun bir şeklidir. Tirozin amino asidinin eksikliği biyoaktifliğin yok olmasına neden olur (Chang ve ark., 1981).

2.4.3.3. Antioksidan peptidler ve etki mekanizması

Reaktif oksijen türlerinin artması ile meydana gelen oksidatif stres, çeşitli vasküler rahatsızlıklarının önemli bir nedenidir. Reaktif oksijen türleri biyolojik moleküller olan DNA, proteinler ve yağlara büyük ölçüde zarar verebilir (Ames ve ark., 1993). Vitamin C, vitamin E, polifenoller ve karotenoidlerin oksidatif zarara karşı koruyucu özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Erdmann ve ark., 2008).

Proteinlerin antioksidan aktivitesi yapılarındaki amino asitlerden ve proteazın kullanıldığı enzimatik hidroliz ile meydana gelen biyoaktif peptidlerden (2-10 amino asit grubu) kaynaklanmaktadır. Örneğin; sistein, histidin, triptofan, lizin, arginin, lösin, valin ve ß-hidroksi triptofan, gibi bazı amino asitler ve bunların türevlerinin antioksidan özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Xie ve ark., 2008). Peptidlerin antioksidan aktivitesi serbest radikaller için bağlayıcı etki göstermelerine ve metal iyonları ile şelat oluşturmalarına bağlanmaktadır. Bu peptidlerin yapısında bulunan fonksiyonel amino asitlere ek olarak sekans içinde doğru sıralamanın antioksidan aktivite açısından önemli olduğu belirtilmiştir. N-terminalinde prolin amino asidi bulunduran peptidlerin linoleik asidin oksidasyonunu engellemede daha etkili olduğu, N-terminalinde histidin olan peptidlerin daha fazla metal şelatlama yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir (Arcan ve Yemenicioğlu, 2007). Peptidlerin antioksidan aktiviteleri ile hidrofobiklikleri arasında yakın bir korelasyon olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, peptidlerin katyonik karakterleri de antioksidan aktiviteleri için önemlidir; çünkü pozitif yüklü gruplar geçiş metallerini elektrostatik itme kuvvetiyle lipit damlacıklarından uzaklaştırarak, lipit oksidasyonunun inhibisyonuna yardım etmektedirler (Chen ve ark., 1998). Antioksidan peptidlerin düşük molekül ağırlığa sahip ve kolay absorbe olan peptidler olduğu bildirilmiştir (Xie ve ark., 2008). Alkalaz enzimi ile peynir altı suyundan elde edilen hidrolizatlardan moleküler ağırlığı en düşük olanın en yüksek aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Peng ve ark., 2009).

Son yıllardaki araştırmalarda süt kazeininden ve peynir altı suyu proteininden antioksidan özellikte peptidler elde edilmiştir (Suetsuna ve ark., 2000; Hernandez-Ledesma ve ark., 2005). Süt proteinlerinden elde edilen peptidlerin esansiyel yağ asitlerinin enzimatik ve enzimatik olmayan peroksidasyonunu önlediği ve bu peptidlerin çoğunun α-kazein sekansında şifrelendiği belirlenmiştir (Fitzgerald ve Murray, 2006).

Suetsuna ve ark. (2000), kazein hidrolizatlarının süperoksit anyonunu (O_2), hidroksil radikalini ve 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini tutucu etki

gösterdiğini bildirilmiştir. Radikal tutucu etki için kazein orijinli Glutamin-Lösin sekansının önemli olduğu öne sürülmüştür. Bu nedenle antioksidan aktivitenin belirlenmesinde proteinin birincil yapısı önemli bir rol oynamaktadır. Díaz ve ark. (2003), kazein hidrolizatlarının yağ-su emülsiyonlarında lipid oksidasyonuna karşı KFP'lerden daha iyi bir inhibitör olduğunu bildirmiştir. Pena-Ramos ve ark. (2004), Histidin ve bazı hidrofobik amino asitleri antioksidan potansiyeli ile ilişkilendirmiştir.

2.4.3.4. Hipokolesterolemik peptidler ve etki mekanizması

Hipokolesterolemik etkiler, kazein ve peynir altı suyu türevli peptidlerle beraber soya proteinlerinden elde edilen peptidlerde tanımlanmıştır. Bu etkilerin arkasında mekanizma hakkında yeterli bilgi mevcut değildir (Hori ve ark., 2011).

Nagaoka ve ark. (2001), süt proteini olan β-laktoglobulinin triptik hidrolizatlarından hipokolesterolemik bir peptid tanımlamıştır. Bu peptid üzerinde *in vitro* yapılan bir çalışmada Caco-2 hücreleri (kolon adenokarsinoma hücreleri) tarafından kolesterol emilimini durduğu bildirilmiştir. Ayrıca *in vivo* olarak yapılan diğer bir çalışmada ise oral yolla alınımı sonucunda sıçanlarda hipokolesterolemik aktivite gösterdiği ortaya konmuştur. Kazein triptik hidrolizatları ile beslenen sıçanlara göre β-laktoglobulinin triptik hidrolizatı (LTH) ile beslenen sıçanlarda fekal steroid salgısının önemli ölçüde daha yüksek seviyelerde olduğunu tespit eden araştırmacılar tarafından olası bir etki mekanizması öne sürülmüştür. Bu etkinin, misel yapısında bulunan kolestrol çözünürlüğünün LTH etkisi ile azalması ya da daha yüksek bir tavrokolat (safra tuzu) bağlama kapasitesi nedeniyle meydana gelmiş olabileceği bildirilmiştir (Nagaoka ve ark., 2001).

2.4.3.5. Mineral bağlayıcı peptidler ve etki mekanizması

İn vitro ve *in vivo* koşullarda gerçekleştirilen hidrolizler ile meydana gelen peptidler, spesifik ve spesifik olmayan bağlanma bölgeleri boyunca mineral tutucuları olarak etki gösterirler. Kalsiyumun temel mineral bağlayıcıları veya şelatlayıcıları olan kazeinler α_{s1}-kazein, α_{s2}-kazein, β-kazein ve κ-kazein'dir. Ayrıca peynir altı suyu proteinleri ve laktoferrin kalsiyum, magnezyum, çinko, demir, sodyum ve potasyum gibi spesifik mineralleri bağlar. İz elementlerin bağlanması hakkında yeterli bilgi mevcut değildir (Vegarud ve ark., 2000).

Süt proteinlerinden elde edilen birtakım peptidin mineral bağlayıcı özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Proteinlerin amino asit sekanslarında inaktif formda bulunan peptidler *in vitro* proteoliz ile aktif forma dönüştürülür. α_{s1}-, α_{s2}-, β- ve κ-kazein, bağlanma bölgeleri içeren peptidlerin prekürsörleri olarak tanımlanmıştır. Peynir altı suyu proteinleri arasında laktoferrin en önemli demir bağlayıcı protein olarak görülmektedir (Schlimme ve Meisel, 1995; Baumy ve Brulè, 1998).

Kazeinler, kalsiyum ve fosfat iyonlarını stabilize eder. Kazein proteinlerinin triptik sindirimi, fosforile olmuş serin dizilerine ait kümeleri içeren polar N-terminal bölgesinden KFP'lerin meydana gelmesini sağlar (Cross ve ark., 2005). Kazein misellerinin oluşmasını sağlayan kazein ve kalsiyum fosfat arasındaki etkileşimden bu fosfoserin kümelerinin sorumluğu olduğu hipotezine varılmıştır (Hartmann ve Meisel, 2007).

Fosfopeptidler, çözünebilir organofosfat tuzları oluşturabilirler ve özellikle kalsiyum olmak üzere çeşitli minerallerin taşıyıcısı olarak fonksiyon gösterebilirler (Sato ve ark., 1986). Bu nedenle bu peptidler bağırsaktaki kalsiyum veya diğer mineraller ve iz elementlerin emilimini etkileyebilmektedir. Ayrıca kalsiyum bağlayıcı fosfopeptidlerin antikaryojenik (diş çürümesini önleyici) etki gösterdiği bildirilmiştir (Reynolds, 1987).

Sıçanların model olarak kullanıldığı sistemlerde intestinal kalsiyum absorbsiyonu üzerinde KFP'lerin etkisi üzerinde yayınlanan veriler, ince bağırsak distalinde (organın merkezden uzakta olan kısmı) KFP'lerin kalsiyumun pasif taşınmasını arttırdığını göstermiştir (Erba ve ark., 2002). Chabance ve ark. (1998), süt alımını takiben insanların mide ve onikiparmak bağırsağında küçük KFP'leri belirlemiştir.

KFP'lerin çoğu serin fosfat grubunu ve glutamil amino asidini içerir. Ser(P)-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu şeklinde bir amino asit dizilimini içermektedir (Meisel, 1997). Bu amino asitlerin negatif yüklü yan zincirleri olan fosfat grupları minerallerin bağlanma alanlarını oluşturmaktadır. Ancak, kazeinin farklı fosfopeptid fraksiyonları kalsiyum bağlama aktivitesi açısından önemli farklılıklar göstermektedir. Yapılan bir araştırmada kalsiyum bağlama oranı en çok α_{s1}-kazein (59-79 fraksiyonu)'de olup bunu sırasıyla β-kazein (1-25 fraksiyonu) ve α_{s1}-kazein (43-58 fraksiyonu) takip etmiştir. Kalsiyum bağlama etkisindeki bu farklılıklar, fosforlu bağlanma bölgeleri çevresindeki diğer amino asitlerin etkisinden kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Meisel, 1997).

2.4.3.6. Antimikrobiyal peptidler ve etki mekanizması

Katyonik ve amfipatik (hem hidrofilik hem de hidrofobik) özellikte olan çoğu peptid α-sarmal yapısına sahiptir. Hidrofobik α-sarmal yapıya sahip peptidler antimikrobiyal aktivite gösterir (Epand ve Vogel, 1999). Klinik çalışmalarda antimikrobiyal peptidler ve antibiyotikler karşılaştırıldığında; hedef hücreyi hızlıca yok etmesi, geniş bir etki spektrumuna sahip olması ve antibiyotiğe karşı dirençli patojenlere etki etmesi antimikrobiyal peptidlerin avantajlarıdır (Bechinger, 1997).

Antimikrobiyal peptidler özellikle süt proteinlerinden elde edilen hidrolizatlarla beraber çoğu protein hidrolizatında belirlenmiştir. Üzerinde en çok çalışılmış olan antimikrobiyal peptidler, sığır ve insana özgü laktoferrinlerden meydana gelen laktoferrisinlerdir (Kitts ve Weiler, 2003). Ayrıca α_{s1}-kazein ve α_{s2}-kazeinden birkaç antibakteriyal peptid tanımlanmıştır (Rizzello ve ark., 2005; McCann ve ark., 2006) Antimikrobiyal peptidler çeşitli Gram-pozitif ve Gram-negatif (*Escherichia, Helicobacter, Listeria, Salmonella* ve *Staphylococcus*), bakterilere, mayalara ve flamentli mantarlara karşı etki gösterirler (Fitzgerald ve Murray, 2006).

Kazeinin kimozin ile hidrolitik parçalanması sonucu meydana gelen kazesidin saflaştırılan ilk antimikrobiyal peptiddir. *Staphylococcus spp., Sarcina spp., Bacillus subtilis, Diplococcus pneumoniae* ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. α_{s2}-Kazeininden meydana gelen kazosidin I *E. coli* ve *Staphylococcus carnosus*'un gelişimini inhibe etmektedir (Meisel, 1998; Clare ve Swaisgood, 2000).

İmmünoglobulin, laktoferrin, laktoperoksidaz ve lizozim proteinlerinin antimikrobiyal etkisi bilinmektedir. Bunların ve diğer süt proteinlerinin hidrolizi ile meydana gelen biyoaktif peptidlerin de antimikrobiyal aktivitesi bulunmaktadır (Hoerr ve Bostwick, 2000). Örneğin, *in vitro* şartlarda laktoferrin fragmentlerinin patojenik bakterilerin gelişimini engellediği görülmüştür. Önemli bir antimikrobiyal peptid olan israsidin (N-terminal α_{s1}-kazein f1-23) α_{s1}-kazein üzerinde kimozin enziminin aktivitesi ile meydana gelir. Yüksek konsantrasyonlarda israsidin lactobacili ve diğer Gram-pozitif bakterilerin gelişmesini engelleyebilir. İsrasidin fare ve koyunlarda *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı antibiyotik benzeri etki göstermektedir (Tomé ve Ledoux, 1998). Ayrıca israsidin, koyun ve inekleri mastitis hastalığından koruyabilmekte, *Staphylococcus aureus* ve *Candida albicans* bakterilerinin gelişimini engellemektedir (Meisel, 1998; Clare ve Swaisgood, 2000). Farelerde israsidin üzerine yapılan bir çalışmada, bu peptid *Listeria monocytogenes, Streptococcus pyogens* ve

Staphylococcus aureus' a karşı koruyucu etki göstermiş ve mastitisli ineklerde kronik streptokok enfeksiyonlarında % 80 oranında başarı sağlamıştır (Haque ve ark., 2008).

İsrasidin peptidi arasındaki çoğu peptid fragmentinin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. İtalyan peyniri olan Caviocavallo'dan elde edilen α_{s1}-kazein f(1-7) peptidi ve yoğurttan elde edilen α_{s1}-kazein f(1-9) peptidinin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Hayes ve ark., 2007). Birkemo ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada süt orijinli β-kazein f(193-209) peptidinin *Escherichia coli*'ye karşı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Laktoferrin çoğunlukla sütte bulunan demir içeren bir glikoproteindir ve genellikle mikrobiyal enfeksiyonlara karşı önemli bir savunucu bileşen olarak düşünülmektedir. Ancak, laktoferrinin antimikrobiyal mekanizması demir bağlama özelliğinden daha komplekstir (Bellamy ve ark., 1992). Bir intramoleküler disülfid bağına sahip olan peptid (17-41 fragmenti), laktoferrinin pepsin ile enzimatik parçalanması sonucunda meydana gelir ve bu peptide laktoferrisin denir. Laktoferrisin laktoferrine göre daha bakterisit özelliklere sahiptir. Laktoferrisin, daha küçük boyuta sahip olmasından dolayı mikrobiyal yüzeylerde hedef alanlara ulaşması daha kolaydır (Meisel, 1997). Sığır ve insana özgü laktoferrinlerin pepsin ile hidrolize edilmesi sonrasında elde edilen peptidlerin, 100 veya 1000 kat daha fazla bakteri hücrelerini öldürücü etkisi bulunmaktadır (Gobbetti ve ark., 2002).

Laktoperoksidaz ve lizozim sütte en yüksek oranda bulunan antimikrobiyal özellikli enzimler olarak tanımlanırken, laktoferrin ise en çok bulunan antimikrobiyal özellikli peptid olarak tanımlanmaktadır (Smithers, 2008; Korhonen, 2009). Laktoferrinin bakteriler üzerindeki inhibitör etkisini bakteriyostatik ve/veya bakteriyosidal olarak gösterebilmektedir. Gram-negatif (*Vibrio cholerae, Salmonella* Typhimurium) ve Gram-pozitif bakterilere (*Streptococcus mutans*) karşı bakteriyostatik aktivitesini demir atomunu bağlayarak göstermektedir. Patojenler de dahil olmak üzere birçok bakteri gelişimleri için demire ihtiyaç duymaktadır. Apo-laktoferrin bakteriyel gelişme için elzem olan demiri şelatlayıp bakteriler tarafından kullanılamaz duruma getirerek bakterilerin gelişimini inhibe etmektedir. Laktoferrin Gram-negatif bakterilere (*E. coli, S.* Typhimurium) karşı bakteriyosidal etkisini ise Gram-negatif bakterilerin dış membran yapısında bulunan lipopolisakkarit tabakasının lipit A kısmıyla interaksiyona girerek göstermektedir. Laktoferrinin N-terminali, lipit A kısmı ile interaksiyona girmektedir. Dolayısıyla, lipopolisakkaritin ayrılmasına, dış membran stabilitesinin

bozulmasına ve geçirgenliğinin artmasına neden olmaktadır (Ellison ve ark., 1988; Ochoa ve Cleary, 2009). Laktoferrin ayrıca virüslere karşı antiviral etki göstermektedir (García-Montoya ve ark., 2012).

Pritchard ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, Cheddar peynirinden elde ettikleri suda çözünebilir biyoaktif peptid ekstraktlarının *E. coli*, *B. cereus* ve *S. aureus* bakterilerini inhibe ettiği görülmüştür. Ayrıca Lahov ve Regelson (1996) α_{s1}-kazein'den ve McCann ve ark. (2005) α_{s2}-kazein'den antibakteriyal peptidler tanımlamıştır. Bu peptidler; *Escherichia*, *Helicobacter*, *Listeria*, *Salmonella* ve *Staphylococcus* gibi çeşitli Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere ve ayrıca maya ve küflere karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Shimizu, 2004).

2.4.3.7. Antitrombotik peptidler ve etki mekanizması

Trombosit yüzeylerindeki reseptörlerine fibrinojen bağlanmasını (γ-zinciri) ve kan trombosit agregasyonunu engelleyen peptidler, κ-kazeinin rennin ile parçalanması sırasında meydana gelen glikomakropeptid sekansıyla şifrelendirilmiştir. Bu peptidler, anne sütüyle ya da bebek maması ile beslenen yeni doğmuş bebeklerin kan plazması içinde bulunabilir (Chabance ve ark., 1995).

Antitrombotik peptidler, trombosit yüzeyleri üzerindeki belirli reseptör bölgelere fibrinojenin bağlanmasını engeller ve ayrıca trombositlerin pıhtılaşmasını önler (Meisel, 1997). Fibrinojen, trombositlerin (2-3 mikron çapında renksiz, çekirdeksiz, küresel bir kan elementi olup kanın pıhtılaşmasında önemli rolü vardır) yüzeyinde bulunan glikoprotein reseptörlerine bağlanarak kanın pıhtılaşmasında önemli rol oynamaktadır. Fibrinojenin bu etkiyi gösteren kısmı gama zinciri olarak tanımlanmaktadır. Fibrinojenin gama zinciri ile inek sütü κ-kazeininin peptid zinciri arasında yapısal olarak benzerlikler bulunmaktadır. Bu durumun sonucu olarak, fibrinojen gama peptidinin birleşmesi gereken trombosit reseptörleri ile κ-kazeine ait peptid zinciri birleşmekte ve böylece trombosit agregasyonu engellenmektedir (Tirelli ve ark., 1997). 106-116 sekansında bulunan peptid ve 106-112, 112-116, 113-116 sekanslarında bulunan daha küçük boyuta sahip peptidler κ-kazeinin ait temel antitrombotik peptidlerdir (Bouhallab ve ark., 1992).

Böyle antitrombotik aktivite gösteren biyoaktif peptidler anne sütü veya inek sütü proteinlerinin sindirimi sırasında meydana gelmektedir (Chabance ve ark., 1995). Antitrombotik peptidler hakkında yapılan çalışmalarda, yetişkinlerde 500 ml süt ve yoğurt tüketiminden sonra midede, onikiparmak bağırsağında ve kanda özellikle antitrombotik zincire sahip olan kazeinoglikopeptidlerin bulunduğu tespit edilmiştir (Chabance ve ark., 1998).

2.4.3.8. Antidiyabetik peptidler ve etki mekanizması

Protein hidrolizatlarının kan glukoz seviyesini düşürme yeteneği, hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde gösterilmiştir. Yüksek kan glukoz seviyesinin yanı sıra, diyabetik hastalar ayrıca kan damarlarında aterosiklerotik plakların (kolesterol plakları) gelişmesi gibi vasküler sorunlardan şikâyetçidir. Bu nedenle, diyabetin zararlı etkilerini azaltmak amacı ile kan glukoz ve lipit seviyesinin terapatik müdahalelerle azaltılması oldukça önemlidir. Çeşitli protein hidrolizatlarının diyabetli fare örneklerinde kan glukoz seviyesini ve plazma insülini seviyesini azalttığı gösterilmiştir (Aluko, 2012). Serum proteinlerinin yapısında bulunan dallanmış yapıdaki amino asitlerin (lösin, izolösin ve valin) insülin salgılanmasını teşvik ettiği ve bu nedenle de serumda insülin konsantrasyonunu ve insülin direncini arttırdığı bildirilmiştir (Hoppe ve ark., 2005).

Glukoz-bağlı insülinotropik (insülin sentezini teşvik edici) polipeptid (GIP) ve glukagon-benzeri peptid 1 (GBP-1) hormonlarının insülin salgılanmasını arttırdığı ve tip II diyabeti üzerinde etkili olduğu öne sürülmüştür (Simpson ve ark., 1985; Holst ve Orskov, 2001). Son yıllarda yapılan çalışmalarda sütün insülinotropik etkileri dikkate alınmıştır (Östman ve ark., 2001). Süt proteinlerinin özellikle de peynir altı suyu fraksiyonlarının insülin salgılanmasını teşvik edici bir etki gösterdiği ortaya konmuştur. Bu mekanizma hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Ancak, spesifik insülinojenik amino asitler ve biyoaktif peptidler, peynir altı suyunda ya doğal olarak bulunmaktadır ya da sindirim sırasında meydana gelmektedir. Peynir altı suyu tüketiminden sonra kanda glukoz-bağlı insülinotropik polipeptidin önemli oranda arttığı bildirilmiştir (Nilsson ve ark., 2004). Gıda proteinleri ayrıca karbonhidratların varlığında insülin üretimini teşvik etme yeteneğine sahiptir. Bu durum besinsel protein ve glukozun insülin üretimi üzerinde sinerjik etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Amino asitler bakımından bu sinerji arginin ve glukoz arasında en fazla; histidin ve glukoz arasında ise en azdır (Gannon ve ark., 1992; Saeed ve ark., 2002). Schusdziarra ve ark. (1983),

kazeinin parçalanması sonucu meydana gelen β-kazomorfinlerin insülin salgılanması arttırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmiştir.

2.4.3.9. Bağışıklık sistemini düzenleyici/İmmünomodülatör peptidler ve etki mekanizması

Bağışıklık sisteminin temel fonksiyonu, patojenleri veya yabancı maddeleri tanımlamak ve bunları yok etmektir. İltihap yapıcı (inflamatuvar) maddeleri inhibe eden sitokinler, bağışıklık sisteminde aktivite gösterir. Bağışıklık sisteminin diğer bir kısmı da bağışıklık tepkisinden oluşmaktadır. Bu kısımda belirlenen patojen veya yabancı maddelere antijenlerle atak etmesi söz konusudur (Hayes ve ark., 2007).

Kazeinden ve peynir altı suyundan elde edilen süt proteini hidrolizatları ve peptidler; lenfosit çoğalması, antikor sentezi ve sitokinler üzerine etki ederek bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarını destekler (Gill ve ark., 2000). Bağışıklık sistemini düzenleyici peptidler/immünopeptidler, insan vücudundaki lenfositlerin çoğalmasını ve makrofajların fagositik aktivitelerinin artmasını düzenleyen özelliğe sahiptir (Meisel, 1997). Süt proteini olan β-kazeinin 60-70 sekansında bulunan peptidin bağışıklık düzenleyici olduğu bildirilmiştir (Migliore-Samour ve Jollés, 1988). Bağışıklık sistemini düzenleyici peptidler olan β-kazein f(193-209) ve f(192-209) yoğurt ve çeşitli peynir türlerinde (Feta ve Camembert gibi) tanımlanmıştır (Hayes ve ark., 2007). Kazeinofosfopeptidlerin ayrıca bağışıklık sistemini güçlendirdiği düşünülmektedir. Bu peptidlerin fosfoserin grupları, lenfositleri ve makrofajları aktive edici reseptörler olarak etki eder (Gobbetti ve ark., 2004).

Bağışıklık sistemini düzenleyici süt proteinlerinin atopik bireylerde (taşıdığı genetik özellikler nedeniyle alerji gelişimine eğilimli olan bireyler) alerjik reaksiyonları azaltabileceği ve gastrointestinal sistemde mukozal bağışıklığı arttırabileceği öne sürülmüştür (Korhonen ve Pihlanto, 2003).

Biyoaktif peptidlerin immünopeptidler olarak etkisi, doza bağlı olarak değişmektedir. Örneğin; bazı kazomorfinlerin düşük konsantrasyonlarda lenfosit hücrelerinin çoğalmasını baskıladığı, yüksek konsantrasyonlarda ise lenfosit çoğalmasını teşvik ettiği bildirilmektedir (Gill ve Rutherfurt, 1998).

Ayrıca yapılan diğer bir çalışmada β- ve α_{s1}-kazeinden ve α-La' den elde edilen immunopeptidler, insanda makrofajların fagositik aktivitesini stimüle ettiği ve farelerde

Klebsiella pneumuniae' ya karşı koruyucu etki gösterdiği bildirilmiştir (Tomé ve Debabbi, 1998; Smacchi ve Gobbetti, 2000).

2.4.3.10. Antikarsinojenik/Sitomodülatör peptidler ve etki mekanizması

Sitokimyasal çalışmalar, gıda kaynaklı biyoaktif peptidlerin çeşitli hücre tiplerinin gelişimini düzenlendiği göstermiştir. Gıda kaynaklı biyoaktif peptidlerin sitomodülatör özelliklerinin, tümör gelişiminde koruyucu etki oluşturmalarıyla birlikte etkili olduğu öne sürülmüştür. Kazein orijinli sitomodülatör (hücre düzenleyici) peptidlerin, bağışıklık sistemi hücrelerinin ve bağırsak hücrelerinin aktivitelerini geliştirerek veya uyararak kanser hücrelerinin oluşmasını engellediği bildirilmiştir (Meisel & FitzGerald, 2003).

Laktik asit bakterileri, fermantasyon mekanizmasıyla enfeksiyonlara ve bazı tümörlere karşı koruyucu, bağışıklık sağlayan ve bağışıklık sistemi verilerine tepki gösteren bileşikleri açığa çıkarabilir (Matar ve ark., 2000). Fermente edilmiş ürünlerin, antitümör aktivitesi gibi çeşitli fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Bu ürünler; bağışıklık sistemini güçlendirmeye katkıda bulunan, fermantasyon sırasında üretilen ve bakteriyal olmayan diğer bileşikleri içerebilir (Matar ve ark., 2001; LeBlanc ve ark., 2002). Yoğurt verilen farelerin kalın bağırsaklarında salgılandığı görülen lgA (immünoglobulin A) hücre sayısındaki artışın tümör oluşumu ve tümör gelişimi sırasında meydana geldiği ve sürekli artan bu etkinin doku hasarında bir azalma sağladığı öne sürülmüştür. Antikor olarak görev yapan IgA, kalın bağırsak dokusunda bağışıklık sağlayan bir duvar olarak kabul edilir (Perdigón ve ark., 1998).

Tümörler üzerinde biyolojik olarak aktif peptidlerin görevi IgA antikoru sayısındaki artış ile ilişkilendirilmiştir. Çoğu çalışmada, süt fermantasyonu sırasında meydana gelen biyoaktif peptidlerin antitümör etkisi gösterdiği gözlemlenmiştir (Matar ve ark., 2003). Biyoaktif peptidlerin antikarsinojenik etkileri üzerinde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarına bakıldığında özellikle fermente edilmiş süt ürünlerinin daha yüksek oranda antikarsinojenik etkiye sahip olduğu görülmektedir (Vinderola ve ark., 2008).

Son yıllarda göğüs kanserindeki gelişmeleri içeren moleküler bileşenler anlayışı doğrultusunda önemli gelişmeler gerçekleştirilmiştir. En yaygın göğüs kanseri tipleri östrojene bağımlı olanlarıdır (Vinderola ve ark., 2008). Göğüs kanseri üzerinde bağışıklık hücrelerinin etkisi, farklı modeller kullanılarak tespit edilmiştir (Zhang ve

ark., 2002; Reome ve ark., 2004) Göğüs tümörlerinin önemli bir oranı (%50'den fazlası), tümörleri geçiren bağışıklık sisteminden gelen hücreleri içerir (Reed ve Purohit, 1997). Bu hücreler, sitokinler gibi bir antitümör tepkisini gösteren farklı biyolojik bileşenleri üretir. Biyoaktif peptidler olan sitokinlerin tümörler üzerindeki etkisi hakkında çok sayıda çalışma yapılmıştır (Zhao ve ark., 1995; Purohit ve ark., 2002). Bu alanda en çok çalışılan sitokinlerden biri IL-6'dır (Benny ve ark., 1990). Ve yapılan çalışmalarda tümör oluşumunun önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Serum proteini olan laktoferrinin antikarsinojenik özelliği üzerinde durularak çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Laktoferrinin kolon, meme ve prostat gibi bazı kanser türlerine karşı etkili olduğu bildirilmiştir. Antikarsinojenik etkisini (i) patojen mikroorganizmaların gelişmesini ve çoğalmasını, dolayısıyla kanserojenik madde ve enzim üretmelerini engelleyerek, (ii) hücrelerin hızlı bir şekilde çoğalmasını ve farklılaşmasını önleyerek, (iii) bağışıklık sistemini uyararak veya aktive ederek, (iv) antikanserojenik sitokinlerin örneğin IL-18'in düzeyini arttırarak, (v) doğal öldürücü hücreleri (NK) ve CD8+ T-lenfositleri aktive ederek ve (iv) lipit peroksidasyonunu engelleyerek etkisini ortaya koymaktadır (Farley ve ark., 1997; Sekine ve ark., 1997; Wang ve ark., 2000).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Üretimde kullanılan sütler

Araştırmada kullanılan inek sütü, Cebel Süt Ür. ve Gıda Mad. İml. San. Tic. A.Ş. (Konya)'den; keçi sütü ise Seydişehir Çamlık (Konya) yöresindeki küçük çapta faaliyet gösteren bir süt işletmesinden temin edilmiştir. Sütler, sağımı takip eden en kısa sürede peynire işlenmiştir.

3.1.2. Peynir mayası

Tulum peyniri üretiminde peynir mayası olarak 1/16,000 kuvvetindeki buzağı rennini Peyma-CHR Hansen'den temin edilmiştir.

3.1.3. Tuz

Tulum peynirlerinin tuzlanmasında kuru sterilizasyona tabi tutulmuş rafine deniz tuzu kullanılmıştır.

3.1.4. Ambalaj materyali

Tulum Peyniri Standardı-TS 3001 (2006)'de belirtilen özellikte ambalaj materyali seçilmiştir. Ambalaj materyali olarak 4 kg kapasiteli hazırlanmış keçi derisi, Konya Ereğli ilçesinden temin edilmiştir. Deriler kıllı yüzeyleri dışarıda kalacak şekilde dikilmiştir. Kullanımlarından önce yumuşatmak amacı ile ıslatılarak bir süre tuzlu suda bekletilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tulum peyniri üretimi

İnek Tulum peynirinin üretimi (Cebel Süt Ür. ve Gıda Mad. İml. San. Tic. A.Ş., Konya) ve keçi Tulum peynirinin üretimi (Seydişehir, Çamlık, Konya) Haziran ayında iki tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Keçi sütü, sağımı takiben (yaklaşık 33 ºC'de) 1/16,000'lik peynir mayası ilave edilerek pıhtılaşması sağlanmıştır ve pıhtılaşma süresi 60 dakika olarak belirlenmiştir. Pıhtılaşma süresi boyunca pıhtının soğumaması için kazanın üzeri bir bezle kapatılmıştır. Pıhtılaşmayı takiben pıhtı uygun şekilde parçalanarak bez keselere doldurulmuştur. Bir süre peynir suyunun kendi kendine (spontan olarak) ayrılmasına izin verilmiştir. Daha sonra bez keselerin üzerine ağırlık koyularak peynir suyunun ayrılması hızlandırılmıştır. Bu işlem gece boyunca boyunca sürdürülmüştür. Bundan sonraki aşamada peynir telemesi küçük parçalara (nohut veya bezelye büyüklüğü) bölünmüş ve % 2.5 oranında partikül büyüklüğü 2 mm olan deniz orijinli kuru tuz ilave edilerek tuzun peynire geçmesi için bir süre bez keseler içerisinde bekletilmiştir. Bu arada kısmi ön olgunlaştırma işlemi de gerçekleştirilmiştir. Bu aşamayı takiben önceden işlenmiş keçi derilerinin (4 kg'lık) içerisine peynir örnekleri, hava kalmayacak şekilde sıkıca basılmıştır ve oda sıcaklığında bir gün bekletilmek üzere ön olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Bu esnada bir tığ yardımı ile deri tulumların yüzeyinde delikler açılmıştır. Bunun amacı, peynir içerisinde kalan fazla suyun olgunlaşma sırasında daha kolay uzaklaşmasının sağlamaktır. Daha sonra hazırlanan tulumlar, +4 ºC'de ve %85 nispi neme sahip Çöğenler (Konya) soğuk hava deposuna taşınmıştır ve 4 ay olgunlaşmaya bırakılmıştır. Bu peynir örneklerinden 0., 15., 30., 60., 90. ve 120. günlerde örnekler alınarak analizleri yapılmıştır.

İnek sütü için ise 70 ºC'de 60 sn'lik bir ısıl işleme tabi tutulan süt mayalanma sıcaklığı olan 35±1 ºC'ye soğutulmuştur. Pıhtılaşma 75 dakikada gerçekleşecek şekilde 1/16,000 kuvvetindeki peynir mayası ilave edilmiştir. Bundan sonraki işlemler keçi Tulum peynirinde olduğu gibi gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Örneklerin alınması ve analize hazırlanması

TSE 2530 (1977)'ye göre örnek alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnekler steril malzemelere steril koşullarda alınmıştır. Mikrobiyolojik ekimleri yapıldıktan sonra fiziksel ve kimyasal analizlere ve biyokimyasal analizlere geçilmiştir. 0., 15.,, 30., 60., 90. ve 120. günlerde örnek alma işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.3.1. Kuru madde oranının belirlenmesi

Peynir örneklerinde toplam kuru madde tayini gravimetrik yöntemle yapılmıştır. Kurutma kapları 103±2ºC' ye (Nüve dry sterilizer, Türkiye) ayarlanıp etüve konarak, sabit ağırlığa gelmesi sağlanır ve desikatörde soğutulduktan sonra daraları belirlenmiştir. Bu amaçla 5 g peynir örneği kurutma kaplarına konmuş ve kurutma dolabında 105 ºC'de yaklaşık 4 saat tutulduktan sonra, çıkarılıp desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır (Kurt ve ark., 1993).

$$\% \text{ Kuru madde} = [(m_1-m)/(m_2-m)]\times 100 \qquad (3.1)$$

m: Kurutma kabının kütlesi (g),
m_1: Kurutma kabı ve örneğin kurutma sonrası tartımı (g),
m_2: Kurutma kabı ve örneğin kurutma öncesi tartımı (g).

3.2.3.2. Yağ ve kuru maddede yağ oranının belirlenmesi

Peynir örneklerinin yağ tayinleri Gerber yöntemiyle yapılmıştır. Bu amaçla peynirde yağ tayini için özel olarak üretilmiş iki ucu açık peynir bütirometresi (Funke Gerber, Almanya) kullanılmıştır. Bütirometrenin alt tıpası üzerine yerleştirilmiş küçük kadehçik içine 3 g peynir tartılarak bütirometreye yerleştirilmiştir. Taksimatlı kısımdaki açık ağzından 10 ml. sülfürik asit (d = 1,52) konulduktan sonra 70 derecelik su banyosunda ara sıra çalkalanarak peynirin tamamen erimesi sağlanmıştır. Sonra 1 ml izoamil alkol eklenerek çalkalanmış ve bütirometre 35 çizgisine kadar aynı sülfürik

asitle doldurulup lastik tıpa sıkıca kapatılmıştır. Gerber santrifüjünde en az 5 dk santrifüj edildikten sonra bütirometrenin skalasından % yağ miktarı okunmuştur.

Kuru maddede yağ oranı, peynir örneklerinde yağ miktarının kuru madde miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993).

3.2.3.3. Kül oranının belirlenmesi

105 ^{o}C'de kurutulmuş ve desikatörde soğutularak darası alınmış porselen krozelere 3 g peynir örneği tartılmıştır. Krozeler etüve yerleştirilerek 105 ^{o}C'de peynirlerin suyu uçurulmuştur. Daha sonra kül fırınına konularak ve kül fırınının ısısı kademeli olarak yükseltilerek 550 ^{o}C oluncaya kadar iyice yakılmıştır. Daha sonra desikatörde soğutulan krozeler tartılarak yüzde kül miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993).

$$\% \text{ Kül} = [(m_1\text{-}m) / (m_2\text{-}m)]\times 100 \qquad (3.2)$$

m: Krozenin darası (g),
m_1: Yakma işleminden sonra kül+krozenin tartımı (g),
m_2: Kroze ve örneğin ilk tartımı (g).

3.2.3.4. Tuz ve kuru maddede tuz oranının belirlenmesi

Tuz tayini Kurt ve ark., (1993) tarafından tanımlanan yönteme göre yapılmıştır. Deney örneğinden 5 gr. tartılarak sıcak su ile havanda iyice ezilmiş ve sulu kısım 500 ml'lik balon jojeye süzgeç kağıdından süzülerek aktarılmıştır. Bu işlem 5-6 kez tekrarlanarak örnekteki tuzun suya geçmesi sağlanmıştır. Balon içeriği soğutularak distile su ile 500 ml' ye tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 25 ml bir erlenmayere alınıp üzerine 1-2 damla K_2CrO_4 indikatörü (%5'lik) damlatılmıştır. $AgNO_3$ (0,1 N) çözeltisi ile koyu kırmızı kiremit rengi oluşuncaya kadar titre edilmiş, harcanan çözelti miktarı kaydedilmiştir (a ml). Sonuç aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır:

% Tuz = (a×0.00585×100) / m (3.3)

a: Titrasyonda harcanan $AgNO_3$ çözeltisi miktarı (ml)
m: Peynir örneği miktarı, 0.25 g
1 ml 0,1 N $AgNO_3$ = 0,005846 gr NaCl

Kuru maddede tuz oranı, tuz miktarının kuru madde miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

3.2.3.5. Titrasyon asitliğinin (% LA) belirlenmesi

10 g peynir örneği tartılarak 40 °C'deki distile su ile bulamaç haline getirilmiştir. Üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein ayracı eklenen bulamaç sürekli karıştırılarak 0.1 N NaOH ile 5 sn kalıcı pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formülde yerine konarak titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Kurt ve ark., 1993). Ayrıca sonuçlar % SH cinsinden de belirlenmiştir.

% Laktik Asit(L.a.) = (Harcanan NaOH(ml)×0.009×100) (3.4)
% SH = 0.0225×% L.a. (3.5)

m: Peynir miktarı (g)

3.2.3.6. pH değerinin belirlenmesi

Peynirlerin pH değerleri, el tipi dijital pH-metre (WTW-315i set, Almanya) ile okunmuştur. 10 g peynir örneği ile 10 ml saf su içinde homojenize edilmiştir. Hazırlanan homojen karışımın pH değeri, kalibrasyonu yapılmış pH-metrenin elektrodu daldırılarak belirlenmiştir (Case ve ark., 1985).

3.2.3.7. Renk değerlerinin belirlenmesi

Peynir örneklerinde renk analizi, CR400 renk ölçüm cihazı (Minolta) kullanılarak yapılmıştır. CIELAB renk aralığına göre *L**, *a** ve *b** değerleri okunmuştur. *L** değeri parlak/koyu (0 siyah, 100 beyaz), *a** değeri yeşil/kırmızı (-60

yeşil, 60 kırmızı) ve *b** değeri ise mavi/sarı (-60 mavi/60 sarı) aralığını temsil etmektedir (Pinho ve ark., 2004).

3.2.3.8. Su aktivitesinin belirlenmesi

Peynir örneklerinin su aktivitesi değerleri, AquaLab 3 TE (Amerika) cihazı ile ölçülmüştür. Cihaz ölçüm öncesinde distile su ile kalibre edilmiştir. Kalibre edildikten sonra örnek haznesine yeterli miktarda homojenize edilmiş örnek konularak kapatılmış ve cihaz ekranında okunan değer sabitlenene kadar beklenmiştir. Sabit hale gelen su aktivitesi (a_w) değeri ve örnek ısısı cihaz ekranından okunmuştur (Lang ve Steinberg, 1980).

3.2.3.9. Toplam azot miktarının belirlenmesi

Toplam azot oranı tayini Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla 1 g peynir örneği tartılmış, Kjeldahl yakma balonuna konulmuş ve üzerine 0.75 g $HgSO_4$, 1 g $CuSO_4$, 10 g K_2SO_4 tozu ve 20 ml H_2SO_4 ilave edilerek yakma ünitesine yerleştirilmiştir. İçerik berrak mavi renk alıncaya kadar kademeli sıcaklık artışı ile yakılmıştır. Yakma işlemi gerçekleştirildikten sonra hazırlanan örneğin soğuması için beklenmiş ve protein distilasyon ünitesine yerleştirilmiştir (Velp UDK 142, İtalya). Distilasyonu takiben distilat 0,1 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan miktar belirlenerek aşağıdaki formülde yerine konulmuş ve toplam azot miktarı bulunmuştur (Kurt ve ark., 1993).

Toplam Azot Miktarı (%) = (Ax0.0014x100) / m (3.6)

A: Titrasyonda harcanan HCl çözeltisi miktarı (ml)
m: Peynir örneği miktarı, 1 g

3.2.3.10. Protein ve kuru maddede protein oranının belirlenmesi

Kjeldahl yöntemi ile bulunan toplam azot miktarının 6.38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmıştır ve % olarak ifade edilmiştir.

Kuru maddede protein oranları ise peynir örneklerinde % kuru madde ve % protein değerlerinden hesaplanarak bulunmuştur (Kurt ve ark., 1993).

3.2.3.11. Suda çözünen azot oranının ve olgunlaşma derecesinin belirlenmesi

Suda çözünen protein miktarlarının belirlenmesinde Kuchroo ve Fox (1982) tarafından belirtilen metot kullanılmıştır. Bu amaçla 20 g peynir örneği tartılarak, 40°C'de 40 ml distile su ilave edilerek Ultra Turrax blender (Ultra-Turrax® T25; IKA, Almanya) ile 5 dakika homojenize edilmiştir. Karışım 40 °C'deki su banyosunda 1 saat tutulmuş ve daha sonra 3000 *g*'de 4°C'de 30 dk soğutmalı santrifüjde (Nüve NF 800R, Almanya) santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımdaki yağ tabakası bir spatülle uzaklaştırılarak süpernatant Whatman filtre kağıdından süzülmüş, elde edilen filtrat saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Filtrattan 10 ml alınarak standart mikro-Kjeldahl metodu ile suda çözünen azot miktarı belirlenmiştir (IDF 1993).

Belirlenen azot miktarı, toplam azot miktarı ile oranlanarak toplam azot içerisindeki suda çözünen azot oranı, diğer bir ifade ile olgunlaşma derecesi aşağıdaki formülle hesaplanarak belirlenmiştir (Venema ve ark., 1987).

Olgunlaşma Derecesi = (% Suda Çözünür Azot x 100) / % Toplam Azot (3. 7)

3.2.3.12. Kazein azotu oranının belirlenmesi

Kazein azotu oranı, toplam azotlu madde oranından suda çözünen azotlu madde oranının çıkarılması ile bulunmuş ve sonuçlar % azot üzerinden ifade edilmiştir (Yıldırım, 1991). Hesaplanan kazein azotu oranları toplam azot miktarı ile oranlanarak toplam azot içerisindeki kazein azotu oranları belirlenmiştir.

3.2.4. Mikrobiyolojik analizler

Peynir örneklerinden steril stomacher poşetlerine 5 g aseptik şartlar altında tartılmış ve 45 ml dilüsyon sıvısı (% 2 trisodyum sitrat) ile homojenizatörde (Mayo® HG400V; Mayo Int., İtalya) 5 dakika homojenize edilmiştir. Ondalık dilüsyonlar ringer çözeltisi (Merck) ile hazırlanmıştır. Drigalski spatülü yardımı ile petrilere çift seri ekim yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon şartları

Çizelge 3.1.'de verilmiştir. İnkübasyondan sonra petrilerde 3-300 arası koloniler sayılmış ve sayım sonuçları, ilgili dilüsyon faktörü hesaplanarak koloni oluşturan birimin logaritması (log kob/g) cinsinden verilmiştir (Harrigan ve MacCance, 1976, Harrigan, 1998).

Çizelge 3.1. Mikrobiyolojik analizlerde kullanılan besiyerleri ve inkübasyon koşulları

Mikroorganizma	Besiyeri	İnkübasyon koşulları		Referanslar
		Sıcaklık (°C)	Süre	
Toplam aerobik mezofilik bakteriler	Plate Count Agar (Merck, Almanya)	30-32	48 saat	Özdemir ve Sert (1994)
Maya-küf sayısı	Potato Dextrose Agar (Merck) pH 3.5, % 10 tartarik asit (Merck) ile asitlendirilmiş	25	5-7 gün	Koburger ve Marth (1984)
Koliform bakteriler	Violet Red Bile Agar (Merck), anaerobik şartlarda	37	48 saat	Özdemir ve Sert (1994)
Laktik asit bakterileri (basiller)	MRS agar (Merck), anaerobik şartlarda	37	72 saat	Özbaş (1991) ve Kasımoğlu ve ark. (2004)
Laktik asit bakterileri (koklar)	M17 agar (Merck), aerobik şartlarda	37	48 saat	Özbaş (1991) ve Kasımoğlu ve ark. (2004)

3.2.5. Biyoaktif peptidlerin aktivite tayini

3.2.5.1. Suda çözünen ekstraktların hazırlanması

Suda çözünebilir ekstraktların hazırlanması Kuchroo ve Fox (1982) tarafından tanımlanan şekilde yapılmıştır. Bu amaçla; alınan peynir örneği ağırlığının (20 gram) 2 katı kadar deiyonize su (40 ml) ile birlikte 10 dakika boyunca ve 20 °C'de bir Stomacher (Mayo, homogenius) içinde homojen hale getirilmiştir. Elde edilen karışım su banyosunda (Memmert WB22, Almanya) 40 °C'de bir saat tutulduktan sonra 10,000 x *g*'de 4 °C'de 30 dakika boyunca santrifüj (Nüve, NF800R) edilmiştir. Üstte biriken yağ fazı spatül ile uzaklaştırılmış ve elde edilen süpernatantlar 0,45 µm çaplı membran filtreden geçirilmiştir. Elde edilen ektraktlar, profillerinin belirlenmesi için Ters Faz-Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (RP-HPLC) analizinde kullanılmıştır. Ve ayrıca bu ekstraktların antioksidan aktivite, mineral bağlayıcı aktivite ve antimikrobiyal aktivite değerleri belirlenmiştir.

3.2.5.2. RP-HPLC metodu ile peptid profilinin belirlenmesi

Peynir örneklerinden hazırlanmış olan suda çözünen ekstraktlar 1:1 oranında % 0.2 trifloroasetik asit (TFA, v/v) içeren deiyonize su ile karıştırılmış ve 15,000 rpm'de, 30 dk. süreyle santrifüj edilmiş ve süpernatanttan HPLC viallerine alınarak analiz için hazır hale getirilmiştir. Bu amaçla; ThermoFinnigan SpectraSystem HPLC sistemi kullanılmıştır. Kromatografik ayırım, Phenomenex jupiter C18 (250×4,6 mm, 5 µm, 300 Aº) (Phenomenex, Torrance, CA, USA) RP-HPLC kolonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz A olarak, % 0.1 TFA (Trifloroasetik asit, v/v) içeren deiyonize su ve Mobil faz B olarak, % 0.1 TFA içeren far UV grade asetonitril (v/v) kullanılmıştır. Ölçümler 214 nm'de yapılmıştır. Elusyon gradient olarak gerçekleştirilmiştir (Topçu ve Saldamli, 2006).

3.2.5.3. Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite tayini, farklı radikalleri bağlama özelliklerine göre 2 farklı metotla gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.3.1. $ABTS^{\bullet+}$ radikal giderme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

7 mM'lık konsantrasyonu ayarlamak için 2,2′-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) ($ABTS^{\bullet+}$) saf su içerisinde çözülmüştür. 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık $ABTS^{\bullet+}$ çözeltisi oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 12-16 saat süresince bekletilerek $ABTS^{\bullet+}$ radikal katyon çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. Hazırlanan bu radikal çözeltisi 2-3 gün stabil kalabilmektedir. Bu çözelti analiz esnasında 734 nm' de 30ºC' de 0.7 (±0.02) absorbans verecek şekilde 5 mM tuzlu fosfat tampon çözeltisi (pH 7.4) ile seyreltilmiştir. Mikro küvet içerisine seyreltilmiş $ABTS^{\bullet+}$ radikal çözeltisinden 1 mL alınıp üzerine 10 µL suda çözünen ekstrakt veya standart eklenerek toplam 6 dakika boyunca 30 ºC' de 1'er dakika ara ile absorbans değerleri spektrometrede (Optizen) okunarak kaydedilmiştir. 3 farklı örnek hacminde (10 µL, 20 µL ve 30 µL) çalışılarak örnek miktarına bağlı inhibisyon oranları belirlenmiştir. Yüzde inhibisyon değerleri örnek miktarlarına karşı grafiğe aktarılıp linear regresyon analizi uygulanmak suretiyle, örneğe ilişkin eğriye ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır. Absorbanstaki azalma troloks eşdeğeri (TEAC) olarak hesaplanmıştır. Troloks

standartları, son konsantrasyonları 5-20 µM arasında değişen miktarlarda hazırlanmıştır. Analiz her örnek için 3 paralel olacak şekilde yapılmıştır. İnhibisyon yüzdesi ve TEAC değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Re ve ark., 1999):

% İnhibisyon = (A_{734} kontrol – A_{734} örnek)/ A_{734} kontrol x 100 (3.8)

TEAC (mM troloks/ g örnek) = (Örneğe ait inhibisyon eğrisinin eğimi / Troloks standart eğrisinin eğimi) x Seyreltme Faktörü (3.9)

3.2.5.3.2. DPPH serbest radikalleri giderme yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

Serbest radikalleri tutma prensibine bağlı olarak belirlenen antiradikal aktivitesi 1,1- difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bhandari ve ark., 2010). DPPH, 100 µM oranında etanol içerisinde hazırlanmıştır. Deney tüpüne sırasıyla 100 µL suda çözünen örnek ekstraktı, 900 µL tris HCl ve 2 ml DPPH çözeltisi konulup karışması sağlanmıştır. Hazırlan bu karışım karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika süresince bekletilmiş ve süre sonunda çözeltinin 517 nm'deki absorbansı kaydedilmiştir. Kör olarak etanol kullanıp spektrofotometre kalibre edilmiştir. Şahit olarak örnek yerine etanol kullanılmıştır. Ölçümler 3 paralelli olarak tekrarlanmıştır. % Antiradikal aktivitesi farklı iki konsantrasyonda aşağıda verilen formülden yararlanarak belirlenmiştir:

% Antiradikal aktivitesi = (Kontrol absorbansı – Örnek absorbansı / Kontrol absorbansı) x 100 (3.10)

3.2.5.5. Şelat aktivitesi/Mineral bağlayıcı özelliği

Suda çözünen ekstraktların demir iyonu bağlama kapasitesi bazı modifikasyonlarla birlikte ferrozin metodunun kullanılmasıyla belirlenmiştir (Tang ve ark., 2002). Bu amaçla; 2 mL suda çözünen ekstrakt, 0.1 mL 2 mM demir (II) klorid ($FeCl_2$) ve 0.2 mL 5mM ferrozin (3-(2-piridil)-5,6-bis(4-fenil-sülfonik asit)-1,2,4-triazin) ile karıştırılmıştır. Bu karışım 10 dk. oda sıcaklığında bekletildikten sonra 562 nm'deki absorbansı kaydedilmiştir. Bütün analizler 3 paralelli olacak şekilde yapılmıştır.

Şahit olarak örnek yerine 1 ml distile su kullanılmıştır. % Şelatlama aktivitesi farklı iki konsantrasyonda aşağıda verilen formülden yararlanarak belirlenmiştir:

Şelatlama aktivitesi (%) = [1−(Örnek absorbansı / Kontrol absorbansı)]×100 (3.11)

3.2.5.6. Antimikrobiyal aktivite tayini

Suda çözünebilen ekstraktların antibakteriyal aktivitesi 'Disk-difüzyon' yöntemi modifiye edilerek belirlenmiştir (Chevalier ve ark., 2001). *Escherichia coli* ATTC 25922, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* ATTC 7644, *Staphylococcus auerus* ATTC 25923, *Clostridium perfringens* ATTC 13124 ve *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 bakterileri için Brain-Heart agar kullanılarak antibakteriyal aktivite belirlenmiştir. Bütün patojen kültürler İl Kontrol Laboratuvarı'ndan (Konya) tedarik edilmiştir. Whatman No. 1 kağıtlarından kesilerek 6 mm çaplı diskler elde edilmiştir. Suda çözünen ekstrakt örneklerinden farklı konsantrasyonlarda (5 µL, 10 µL ve 20 µL) alınarak disklere transfer edilmiştir ve kuruması için oda sıcaklığında laminer akış kabininde (JSR, JSCB-1200SB, Korea) bekletilmiştir. Kültürler, Brain-Heart broth kullanılarak aktifleştirilmiştir. Bu amaçla; 10 mL Brain-Heart broth üzerine 200 µL kültür ilave edilmiş ve bir gece boyunca 37 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra aktive edilen kültürden 200 µL alınıp Brain-Heart agar bulunan petrilerin yüzeyine Drigalski spatülü yardımı ile yayılmıştır. Kuruması için oda sıcaklığında laminer akış kabininde 5 dk. bekletilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda suda çözünen ekstraktları içeren diskler, ekim yapılmış petride konsantrasyonlarına göre belirlenmiş alanlara yerleştirilmiştir. Bu işlem sonrasında inhibisyon zonlarını belirlemek için petriler 37 °C 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Antimikrobiyal aktivite, inhibisyon zonu çapının ölçülmesi ile belirlenmiştir. Sonuçlar mm cinsinden verilmiştir.

3.2.6. Duyusal analizler

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirilmesi için 10 kişilik eğitilmiş bir panelist grup oluşturulmuş ve belirlenen olgunlaşma sürelerinde yapılan değerlendirmeler Türk Standardı (TS) 3001'de belirtilen hususlar esas alınarak 100 tam puan üzerinden yapılmıştır. Tulum peyniri örneklerinin duyusal değerlendirmesinde kullanılan puantaj tablosu Çizelge 3.2.'de verilmiştir. "100 Tam Puan Değerlendirme

Sistemi"ne göre uygulanan analizlerde, "Kesit ve Görünüş" 30 tam puan, "Yapı" 20 tam puan, "Tat" 40 tam puan ve "Koku" 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Tat puanı olası patojen risklerinden dolayı olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.7. İstatistiksel değerlendirmeler

Araştırma, 2 farklı süt çeşidi (keçi ve inek sütü), 6 farklı depolama periyodu (0., 15., 30., 60., 90. ve 120. günler) ve 2 tekerrür olmak üzere Tekrarlanan Ölçümler Deneme Planına göre planlanmış ve yürütülmüştür. Varyans analizi sonucunda önemli çıkan faktörler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987). Duyusal analizde panelistler arasında uyum olup olmadığını belirlemek için Kendall Uyum Katsayısı analizi uygulanmıştır (Mendeş, 2012).

İstatistiksel değerlendirilmeler MİNİTAB (sür. 10.5) ve MSTAT paket programları kullanılarak yapılmıştır (Minitab, 1991).

Çizelge 3.2. Duyusal değerlendirmede kullanılan puantaj tablosu (TS 3001)

Tarih: …. / …. / 20...							
Özellikler	**Puan***	**PEYNİRLER**					
Görünüş (30 tam puan)		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
- Kesilince ufalanmayan, birbiri ile kaynaşmış, temiz görünümlü	**30**						
- Kumlu görünümlü	**20**						
- Dolum hatasından kaynaklanan yarık ve çatlaklar	**15**						
- Donuk, mat renk	**15**						
- İki renklilik	**15**						
- Kitlenin iyicene kaynaşmaması	**10**						
- Küflü görünüm ve yabancı madde	**5**						
- Anormal renk ve görünüm	**0**						
Kitle ve Yapı (20 tam puan)							
- Hatasız, lekesiz, kendine özgü yapı	**20**						
- Ufalanmayan	**15**						
- Çok sert veya çok yumuşak	**10**						
- Fazla ufalanan	**10**						
Koku (10 tam puan)							
- Kokuda belirli bir kusuru olmayan, kendine özgü koku	**10**						
- Küfümsü, meyvemsi, yem veya hoşa gitmeyen bir koku	**5**						
Tat (40 tam puan)							
- Kendine özgü tat	**40**						
- Yavan tat	**30**						
- Pişmiş tat	**30**						
- Ekşi tat	**30**						
- Tuzlu tat	**20**						
- Pıhtı tat	**20**						
- Acımsı tat	**5**						
- Ransid tat	**5**						
- Yanık tat ve diğer hoşa gitmeyen tatlar	**0**						
Not: Belirtmek istediğiniz başka husus varsa lütfen belirtiniz:							

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Tulum Peyniri Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma

4.1.1. Kuru madde oranı (%)

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kuru madde oranları (%) Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)						Olgunlaşma Süresine Bağlı Olarak % Değişim
	0.	15.	30.	60.	90.	120.	
İnek Tulum Peyniri	63.50	65.43	66.01	67.31	68.21	67.12	7.41
Keçi Tulum Peyniri	47.90	51.41	53.90	53.01	52.05	54.19	13.13

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Çizelge 4.1.'den de anlaşılacağı gibi inek Tulum peynirinin kuru madde oranının keçi Tulum peynirinin kuru madde oranından daha yüksek olduğu görülmüştür. Peynir örneklerinin kuru madde oranları ilerleyen periyotlarda artmıştır. Ancak 60. ve 90. günlerde keçi Tulum peynirlerinde ve inek Tulum peynirlerinde ise 90. ve 120. günde düzenli artış gözlemlenmemiştir. Olgunlaşma süresi boyunca kuru madde oranında en fazla artış keçi Tulum peynirinde belirlenmiştir. Ayrıca en düşük kuru madde oranı olgunlaşmanın ilk gününde keçi Tulum peynirinde, en yüksek kuru madde oranı ise olgunlaşma süresinin 90. gününde inek Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Buna göre değişim oranları inek Tulum peynirlerinde % 7.41, keçi Tulum peynirlerinde ise % 13.13 olarak hesaplanmıştır. Nem oranındaki kayıp keçi Tulum peynirlerinde daha fazla olmuştur.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kuru madde oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelge 4.2.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin, olgunlaşma sürelerinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	1,207.727	1,207.727	15,479.009**
Hata 1	2	0.156	0.078	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	69.340	13.868	59.065**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	11.788	2.358	10.041**
Hata 2	10	2.348	0.235	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Çizelge 4.3. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru madde oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

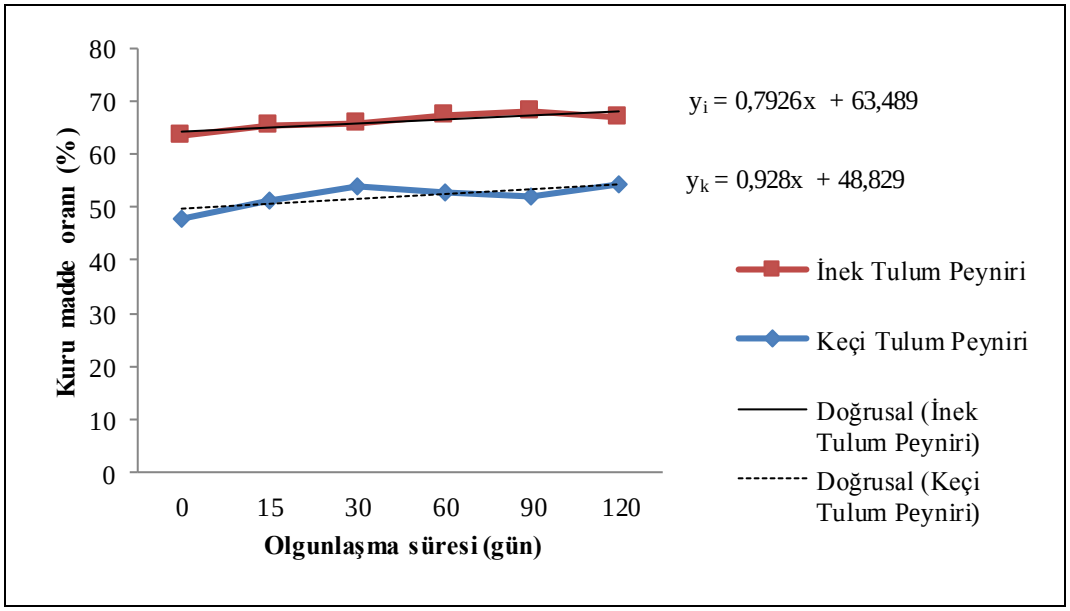
Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	63.50±1.12^{D*}	47.90±0.07^{G*}	55.70±9.03^{C}
15. gün	65.43±0.00^{C*}	51.41±0.30^{F*}	58.42±8.10^{B}
30. gün	66.01±0.00^{BC*}	53.90±0.69^{E*}	59.95±7.00^{A}
60. gün	67.31±0.16^{AB*}	53.01±0.00^{EF*}	60.16±8.25^{A}
90.gün	68.21±0.00^{A*}	52.05±0.00^{F*}	60.13±9.33^{A}
120. gün	67.12±0.00^{AB*}	54.19±0.81^{E*}	60.66±7.48^{A}
Genel	66.26±0.08^{A}	52.08±0.08^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). En yüksek kuru madde oranı, inek Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Çizelge 4.3.'ten de anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren kuru madde oranları arasındaki değişim önemsiz bulunmuştur. Benzer sonuçlar Arslaner (2008) tarafından da saptanmıştır. İnek ve keçi Tulum peynirlerinde 15. olgunlaşma gününden sonraki kuru madde oranı artışı önemsiz çıkmıştır. Bu araştırmadaki istatistik verilerine göre olgunlaşma süresinin 15. gününden sonraki su kayıplarının önemsiz seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu durum peynirin tuluma basılmadan önce yeterli düzeyde suyun uzaklaştırılamamasından kaynaklanmış olabilir. Kuru madde oranlardaki sapmaların kaynağı ise suyun homojen dağılmamasından veya örnek alımındaki hatalar ve deneysel hatalardan kaynaklanmış olabilir. İnek sütünden yapılan Tulum peynirlerinin kuru madde oranlarının daha yüksek olmasının nedeni,

başlangıçta yeterli baskı işleminin yapılmamış olmasından ve bileşiminde bulunan yağ içeriğindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Olgunlaşma süresince kuru madde miktarlarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.1. düzenlenmiştir.



Şekil 4.1. Olgunlaşma süresince kuru madde oranlarındaki değişim (%)

Denemede inek Tulum peyniri örneklerinin kuru madde oranları, Haki (2012) ve Çakır (2011) tarafından belirlene % kuru madde oranlarından yüksek bulunurken, keçi Tulum peyniri örneklerine ait kuru madde oranları ise Çakır (2011)'ın sonuçları ile yakın bulunmuştur. Morul (2011) Karaman ve Konya ili piyasasından temin ettiği 50 adet Divle Tulum peyniri örneklerinin kuru madde oranlarını % 36.06 ile 66.82 arasında belirlemiştir. Bu sonuçlar bu araştırmada elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada keçi Tulum peyniri örneklerine ait kuru madde oranları, Sert (2011)'in farklı işlemler uygulayarak keçi sütlerinden ürettiği Tulum peynirlerine ait kuru madde oranları ile olgunlaşmanın 90. gününe kadar yakın bulunmuştur.

TS 3001 Standardı'nda, tulum peynirlerinde kuru madde oranının en az %60 olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre, inek Tulum peynirlerinin kuru madde oranı bakımından TS 3001'e uygun olduğu belirlenirken, keçi Tulum peynirlerinin ise bu standardı sağlamadığı görülmüştür.

4.1.2. Yağ oranı (%)

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen yağ oranları (%) Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince yağ oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	33.25	33.33	32.75	33.00	33.00	35.00
Keçi Tulum Peyniri	13.50	13.42	13.13	13.20	13.25	13.50

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

İnek Tulum peyniri yağ oranının keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tulum peyniri örnekleri içerisinde en yüksek yağ oranı % 35.00 ile inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 120. gününde gözlenirken, en düşük yağ oranı ise keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca yağ oranında en fazla artış inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. İnek Tulum peyniri üretiminde yağ içeriği daha yüksek süt kullanılmıştır.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun yağ oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge 4.5.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$) ve olgunlaşma sürelerinin ($p<0.05$) önemli düzeyde etkili olduğu belirlenirken ve bu iki faktöre ait interaksiyonun yağ oranındaki değişim üzerinde etkisiz olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince yağ oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	**SD**	**KT**	**KO**	**F**
Peynir Tipleri Arası	1	2,462.400	2,462.400	12,410.771**
Hata 1	2	0.397	0.198	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	4.359	0.872	4.933*
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	2.233	0.447	2.528^{ns}
Hata 2	10	1.767	0.177	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde ve peynir tiplerinde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince yağ oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri	Genel
0. gün	33.50±0.35 b*	13.38±0.18^{ns}*	23.44±11.62^{ab}
15. gün	34.17±1.18 ab*	13.42±0.12^{ns}*	23.79±12.00^{ab}
30. gün	32.88±0.18 b*	13.13±0.18^{ns}*	23.00±11.40^{b}
60. gün	33.00±0.00 b*	13.20±0.00^{ns}*	23.10±11.43^{b}
90.gün	33.00±0.00 b*	13.25±0.07^{ns}*	23.13±11.40^{b}
120. gün	34.88±0.18 a*	13.50±0.71^{ns}*	24.19±12.35^{a}
Genel	33.57±0.13^{A}	13.31±0.13^{B}	

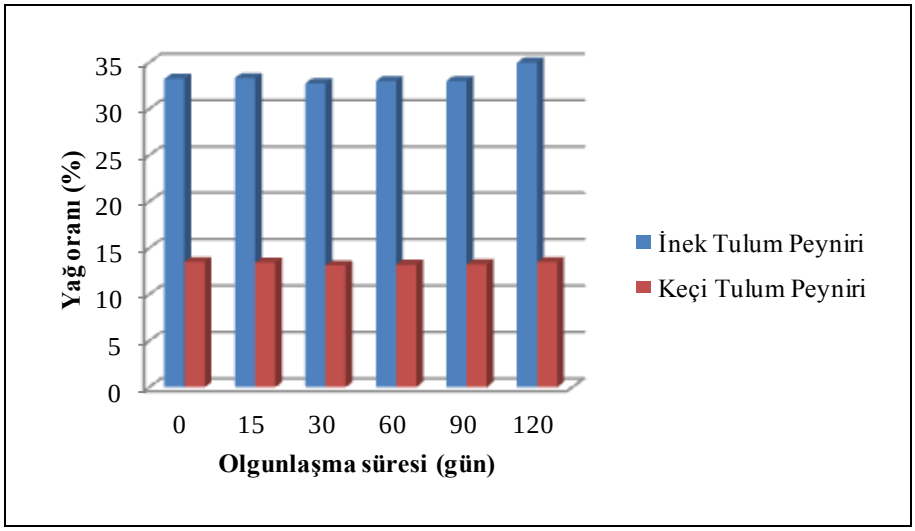
*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler $p<0.01$ düzeyinde önemli, küçük harfler $p<0.05$ düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı ve kırmızı ile ifade edilen harfler (*) her peynir tipinin olgunlaşma süresi boyunca yağ değişimini göstermektedir. ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek yağ oranı, inek Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin 120. gününe ait yağ oranı değerleri 30., 60. ve 90. günlere ait değerlerden istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Peynir tipi ve olgunlaşma süresine ait interaksiyon önemsiz bulunmuş olup, Çizelge 4.6.'da her peynir tipinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen yağ değişimi belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresi boyunca yağ oranında değişim gözlenmezken, inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 120. günündeki yağ değeri 0., 30., 60. ve 90. günlere ait değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu durum deneysel hatalar veya tuluma basma işlemi sırasındaki hatalardan kaynaklanmış olabilir. Arslaner (2008) ve Tarakçı ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur. Peynir örneklerinde yağ oranlarındaki farklılığın nedeni kullanılan sütün bileşiminden ve peynirlerin farklı kuru madde içeriklerine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir.

Olgunlaşma süresince yağ oranlarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.2. düzenlenmiştir.

İnek Tulum peynirinden elde edilen değerler, Erzincan Tulum peyniri çalışan Çakır (2011)'ın verileri ile benzerlik göstermektedir. Ayar ve ark. (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada tulum peyniri örneklerinde ortalama yağ oranını %23.33 olarak bulmuştur. Bu değer, bu araştırmada elde edilen inek Tulum peynirlerine ait verilerden oldukça düşükken keçi Tulum peynirine ait verilerden göre oldukça yüksektir. Tulum peyniri örneklerinden elde edilen bu farklılığın sütün bileşiminden, üretim ve

olgunlaştırma şartlarından ve tercih edilen ambalaj materyalinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.2. Olgunlaşma süresince yağ oranlarındaki değişim (%)

4.1.3. Kuru maddede yağ oranı (%)

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kuru maddede yağ oranları (%) Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Taze peynir örneklerinde kuru maddede yağ oranının inek Tulum peynirinde (% 52.76) keçi Tulum peynirine (% 27.92) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda da inek Tulum peynirinin kuru maddede yağ oranının keçi Tulum peynirinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

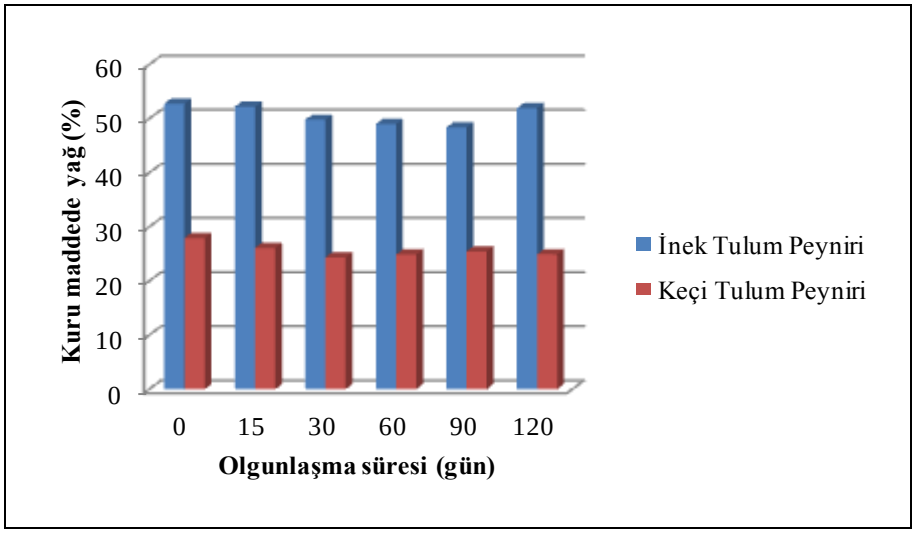
Çizelge 4.7. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede yağ oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	52.76	52.22	49.80	49.03	48.38	51.96
Keçi Tulum Peyniri	27.92	26.10	24.36	24.90	25.46	24.92

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

İnek sütünden üretilen Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar kuru maddede yağ içeriğinde azalma olduğu belirlenmiştir. Bu durum peynirin olgunlaşması boyunca tat ve aromanın oluşmasında önemli bir rol oynayan lipoliz reaksiyonundan kaynaklanmış olabilir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresi

boyunca kuru maddede yağ oranı dalgalı bir seyir izlemiştir. Keçi Tulum peynirine ait veriler Dinkçi ve ark. (2012) ve Aydın ve Gülmez (2008)'e ait verilerle benzerlik göstermektedir. Tulum peyniri örneklerine ait kuru maddede yağ içeriklerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim Sekil 4.3.'te açıkça görülmektedir.



Şekil 4.3. Olgunlaşma süresince kuru maddede yağ oranlarındaki değişim (%)

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kuru maddede yağ oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Çizelge 4.7.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$) ve olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) önemli düzeyde etkili olduğu belirlenirken ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kuru maddede yağ oranındaki değişim üzerinde etkisiz olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma sürelerinde ve peynir tiplerinde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede yağ oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	3,774.791	3,774.791	18,774.994**
Hata 1	2	0.402	0.201	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	39.883	7.977	12.021**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	10.635	2.127	3.206^{ns}
Hata 2	10	6.635	0.664	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Çizelge 4.8. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede yağ oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	52.77±0.37 A*	27.92±0.33 ns*	40.34±14.35A
15. gün	52.22±1.80 AB*	26.10±0.39 ns*	39.16±15.12A
30. gün	49.80±0.27 ABC*	24.36±0.67 ns*	37.08±14.69B
60. gün	49.03±0.11 BC*	24.90±0.00 ns*	36.97±11.93B
90.gün	48.38±0.00 C*	25.46±0.13 ns*	36.92±13.24B
120. gün	51.96±0.27 AB*	24.93±1.68 ns*	38.44±15.64AB
Genel	50.69±0.13A	25.61±0.13B	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı ve kırmızı ile ifade edilen harfler (*) her peynir tipinin olgunlaşma süresi boyunca kuru maddede yağ değişimini göstermektedir. ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek kuru maddede yağ oranı, inek Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerindeki değerler olgunlaşma süresinin ilk ve 15. günündeki değerlerden önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0.01$). Olgunlaşma boyunca peynirde lezzet gelişiminde süt yağları önemli rol oynamaktadır (Foda ve ark., 1974). Sütte doğal olarak bulunan lipoprotein lipaz, rennet, peynir üretiminden önce sütte gelişen psikrotrof bakteriler, olgunlaşma sırasında gelişen laktik asit bakterileri, mayalar ve küfler lipoliz reaksiyonun gerçekleşmesine neden olur (Jensen ve Pitas, 1976; Law, 1979; Jaeger ve ark., 1994; Holland ve ark., 2005). Dolayısıyla olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerdeki kuru maddede yağ oranındaki azalma lipoliz reaksiyonundan kaynaklanmış olabilir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresine ait interaksiyon önemsiz bulunmuş olup, Çizelge 4.8.'de her peynir tipinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen kuru maddede yağ değişimi belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca keçi Tulum peynirinde kuru maddede yağ oranında fark gözlemlenmemiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. günündeki kuru maddede yağ oranı, olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerinden az bulunmuştur. Bu durum da lipolizden kaynaklanmış olabilir. İnek Tulum peynirinde kuru maddede yağ oranında dalgalanmalar görülse de olgunlaşma süresi sonunda kuru maddede yağ içeriği olgunlaşma süresinin ilk gününde elde edilen değerle yakın bulunmuştur. İnek Tulum peynirinden elde edilen kuru maddede yağ değerleri Arslaner (2008) ve Çakır (2011)'a ait verilerle benzerlik göstermektedir. Kuru maddede yağ oranlarının farklılık oluşturmasında peynir örneklerinin farklı oranlarda yağ içermesi etkili olmuştur.

4.1.4. Kül oranı (%)

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kül oranları (%) Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

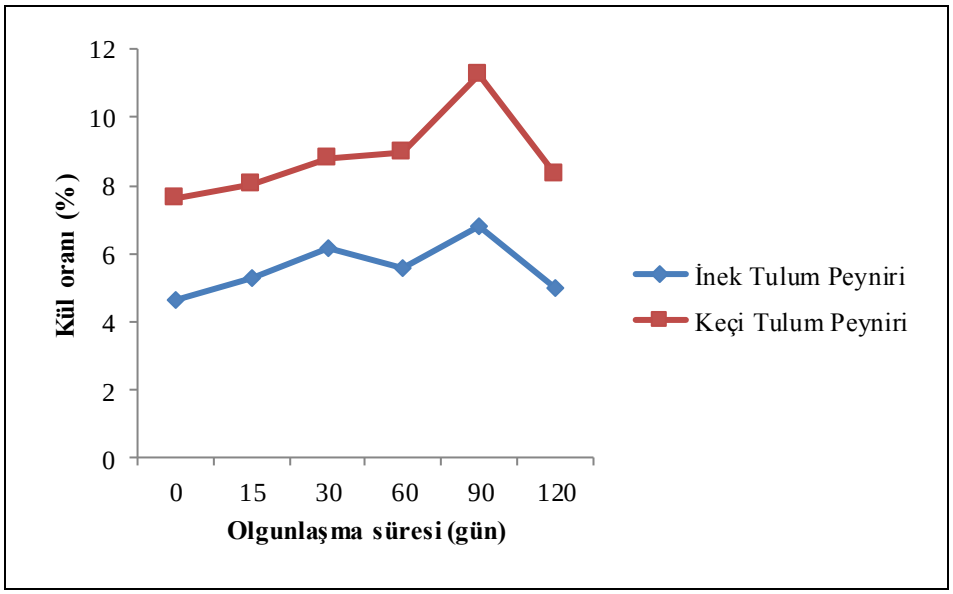
Çizelge 4.9. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kül oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)						Olgunlaşma Süresine Bağlı Olarak % Değişim
	0.	15.	30.	60.	90.	120.	
İnek Tulum Peyniri	4.62	5.25	6.16	5.55	6.80	5.01	32.05
Keçi Tulum Peyniri	7.64	8.05	8.79	8.99	11.27	8.34	32.21

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Keçi taze peynir örneklerinin kül oranı, inek taze peynir örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Her iki süt türüne ait Tulum peynirleri olgunlaşma süresi boyunca yaklaşık aynı oranda değişim göstermiştir. Şekil 4.4.'de deneme Tulum peyniri örneklerinin kül oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

İnek Tulum peyniri ve keçi Tulum peynirinden elde edilen kül oranlarına ait değerler Tarakçı ve ark. (2005)'na ait verilerden yüksek bulunurken, İnek Tulum peynirine ait kül oranlarını değerleri Arslaner (2008)'e ait değerlerle paralellik göstermektedir. Kül oranlarındaki farklılıkların oluşması; kullanılan sütlerin farklı bileşime sahip olmasından ve örneklerin tuz içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Mineral ve tuzun göstergesi olarak yapılan kül oranı tayininde farklı sonuçların elde edilmesi olgunlaşma süresi boyunca peynirde tuzun emilimini etkileyen farklı asitlik ve pH değerleri ile değişmiş olabilir.



Şekil 4.4. Olgunlaşma süresince kül oranlarındaki değişim (%)

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kül oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. Çizelge 4.10.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.05$) kül oranındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kül oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	64.550	64.550	634.922**
Hata 1	2	0.203	0.102	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	20.688	4.138	39.414**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	2.171	0.434	4.136*
Hata 2	10	1.050	0.105	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek kül oranına sahip peynir keçi peyniridir. Ceballos ve ark. (2009) keçi sütünün kül oranı bakımından inek sütünden yüksek olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kül oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri	Genel
0. gün	4.62±0.55^{h*}	7.64±0.47^{d*}	6.13±1.79^{D}
15. gün	5.25±0.11^{gh*}	8.05±0.17^{cd*}	6.65±1.62^{CD}
30. gün	6.16±0.00^{ef*}	8.79±0.19^{bc*}	7.47±1.52^{B}
60. gün	5.55±0.13^{fg*}	8.99±0.79^{b*}	7.27±2.04^{BC}
90.gün	6.80±0.00^{e*}	11.27±0.00^{a*}	9.04±2.58^{A}
120. gün	5.01±0.08^{gh*}	8.34±0.05^{bcd*}	6.67±1.92^{CD}
Genel	5.57±0.09^{B}	8.85±0.09^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler $p<0.01$ düzeyinde önemli, küçük harfler $p<0.05$ düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar kül oranında artış gözlemlenmiş olup en yüksek kül oranı olgunlaşma süresinin 90. gününde belirlenmiştir. Arslaner (2008)'in yaptığı çalışmada da 90. günde en yüksek kül oranına ulaşıldığı belirtilmiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma süresinin 120. gününde kül oranının düşmesinin sebebi tuzun homojen bir şekilde peynire karıştırılmamasından kaynaklanmış olabilir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.05$) bulunmuş olup en yüksek kül oranına 90. olgunlaşma gününde keçi Tulum peynirinin sahip olduğu görülmüştür. Keçi sütünün daha yüksek mineral madde ve tuz içeriğine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Her iki süt tipine ait Tulum peyniri de olgunlaşma süresinin 90. gününde en yüksek kül oranına sahiptir. Tulum peynirlerinin kül oranlarında meydana gelen değişim kuru madde oranları ile yakınlık göstermektedir.

4.1.5. Tuz oranı (%)

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen tuz oranları (%) Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Taze peynir örneklerinde en yüksek tuz oranı keçi Tulum peynirinde tespit edilmiştir. Bu durum keçi sütünün bileşiminde tuz oranının daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Tulum peynirlerine ait tuz oranları Arslaner (2008)'a ait verilerle paralellik gösterirken Çakır (2011)'ın verilerinden yüksek bulunmuştur.

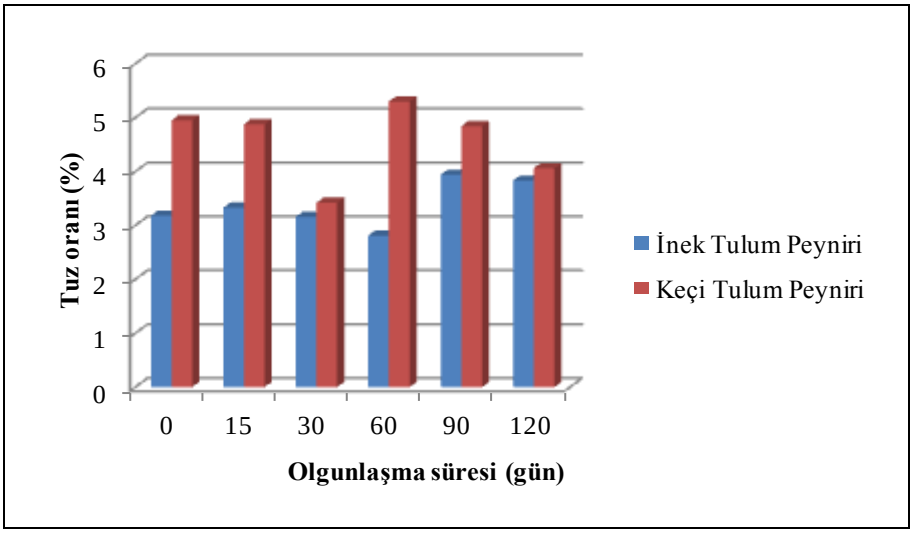
Çizelge 4.12. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince tuz oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	3.18	3.33	3.16	2.81	3.94	3.83
Keçi Tulum Peyniri	4.95	4.88	3.42	5.30	4.84	4.06

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşma süresinin sonunda inek Tulum peynirindeki tuz oranı başlangıca göre yüksek bulunmuştur. Tekinşen ve ark. (1998) ve Sert (2011) de olgunlaşma süresi sonunda tuz oranında artma tespit etmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresi sonundaki tuz oranı başlangıca göre düşük bulunmuştur. Karaca (2007) ve Dinkçi ve ark. (2012) da tuz oranında olgunlaşma süresi sonunda başlangıca göre azalma tespit etmiştir. Şekil 4.5.'te Tulum peyniri örneklerinin tuz oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun tuz oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.13.'te verilmiştir. Çizelge 4.13.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) tuz oranındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. Olgunlaşma süresince tuz oranlarındaki değişim (%)

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince tuz oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	8.628	8.628	74.270*
Hata 1	2	0.232	0.116	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	2.700	0.540	6.137**
PeynirTipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	4.043	0.800	9.189**
Hata 2	10	0.880	0.088	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Çizelge 4.14. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince tuz oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	3.18±0.35^{CD*}	4.95±0.78^{AB*}	4.06±1.13^{A}
15. gün	3.33±0.52^{CD*}	4.88±0.16^{AB*}	4.10±0.95^{A}
30. gün	3.16±0.00^{CD*}	3.42±0.13^{CD*}	3.29±0.17^{B}
60. gün	2.81±0.16^{D*}	5.30±0.17^{A*}	4.05±1.45^{A}
90.gün	3.94±0.00^{BC*}	4.84±0.00^{AB*}	4.39±0.52^{A}
120. gün	3.83±0.04^{CD*}	4.06±0.06^{BC*}	3.95±0.14^{AB}
Genel	3.37±0.10^{b}	4.57±0.10^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler p<0.01 düzeyinde önemli, küçük harfler p<0.05 düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). En yüksek tuz oranına sahip peynir keçi Tulum peyniridir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli (p<0.01) bulunmuş olup en yüksek tuz oranına olgunlaşma süresinin 60. gününde keçi Tulum peynirinin sahip olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresinin 0., 15., 60., 90. ve 120. günlerindeki tuz oranı istatistiksel açıdan farksız çıkmıştır. Olgunlaşma süresinin 30. günündeki tuz oranı 0., 15., 60. ve 90. günlerden farklı bulunmuştur. Bu durum Tulum peyniri üretiminde tuzun homojen şeklinde karıştırılmamasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca dönemler arası farklılık kuru madde oranlarındaki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Tulum peynirlerinin tuz oranlarında olgunlaşma süresince görülen değişim incelendiğinde tuz oranının her iki peynirde de düzensiz değişim gösterdiği belirlenmiştir. Karaca (2007) da benzer bir değişim gözlemlemiştir. Tulum peynirlerine

ait tuz oranları; Erceyes ve ark. (2006), Arslaner (2008), Dinkçi ve ark. (2012) ve Tarakçı ve ark. (2005) tarafından tespit edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Veriler arasında görülen farklılıklar; üretimde kullanılan tuz miktarı, tuzun homojen şekilde karıştırılmaması, kullanılan sütün bileşimi ve kuru madde oranı dolayısıyla nem kaybından kaynaklanmış olabilir.

4.1.6. Kuru maddede tuz oranı (%)

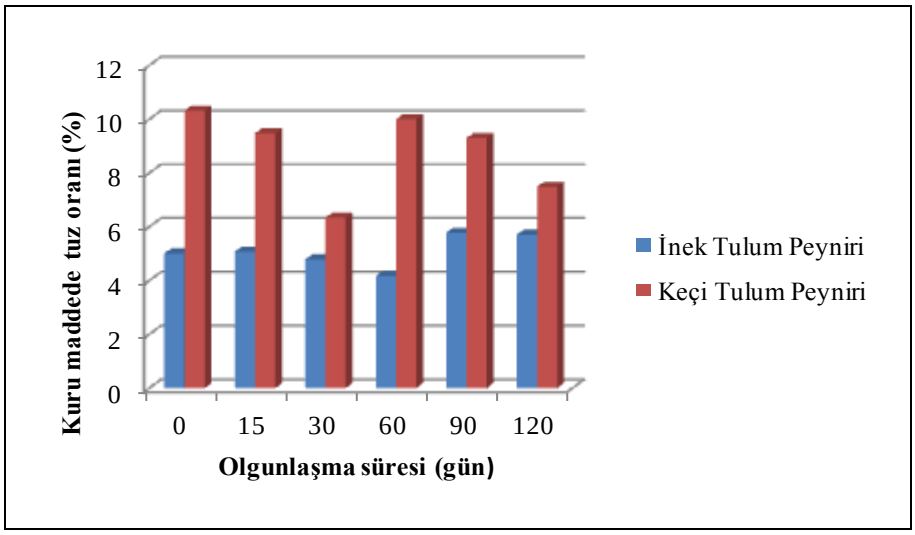
Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kuru maddede tuz oranları (%) Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	5.01	5.08	4.79	4.17	5.78	5.71
Keçi Tulum Peyniri	10.32	9.48	6.34	10.00	9.30	7.49

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşmanın ilk gününde keçi peynirinin kuru maddede tuz oranı daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma süresi sonunda yine en yüksek değer keçi Tulum peynirine aittir. İnek ve keçi Tulum peynirinde kuru maddede tuz oranı olgunlaşma sonuna kadar dalgalı bir seyir izlemiştir. Şekil 4.6.'da deneme Tulum peyniri örneklerinin kuru maddede tuz oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.6. Olgunlaşma süresince kuru maddede tuz oranlarındaki değişim (%)

Kuru maddede tuz oranı Tulum peynirlerinin kuru madde ve tuz oranlarına bağlı olarak hesaplandığı için olgunlaşma süresi boyunca kuru maddede tuz oranındaki farklılıklar tuz ve kuru madde oranına benzer şekilde gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca ortalama kuru maddede tuz oranları inek Tulum peynirinde 5.09, keçi Tulum peynirinde ise 8.82 olarak hesaplanmıştır.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kuru maddede tuz oranı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir. Çizelge 4.16.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) kuru maddede tuz oranındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	83.627	83.627	230.033**
Hata 1	2	0.727	0.364	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	12.166	2.433	7.149**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	15.944	3.189	9.370**
Hata 2	10	3.403	0.340	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede tuz oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	5.02±0.64^{DE*}	10.33±1.65^{A*}	7.67±3.23^{A}
15. gün	5.08±0.79^{DE*}	9.49±0.37^{A*}	7.28±2.59^{A}
30. gün	4.79±0.00^{DE*}	6.34±0.16^{CD*}	5.56±0.90^{B}
60. gün	4.17±0.23^{E*}	10.00±0.32^{A*}	7.08±3.38^{A}
90.gün	5.78±0.00^{CDE*}	9.30±0.00^{AB*}	7.54±2.03^{A}
120. gün	5.70±0.06^{CDE*}	7.50±0.22^{BC*}	6.60±1.04^{AB}
Genel	5.09±0.17^{B}	8.82±0.17^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek kuru maddede tuz oranına sahip peynir keçi Tulum peyniridir. Olgunlaşma süresinin 30. günü dışında kuru maddede tuz oranı benzer bir seyir izlemiştir. Olgunlaşma süresinin 30. gününe ait kuru maddede tuz oranı değeri; 0., 15., 60. ve 90. günlerden istatistiksel olarak farklı çıkmıştır ($p<0.01$). Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup en yüksek kuru maddede tuz oranına olgunlaşma süresinin 0., 15., 60. ve 90. günlerinde keçi Tulum peynirinin sahip olduğu görülmüştür. Olgunlaşma süresi boyunca inek Tulum peynirinde kuru maddede tuz oranında istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir. Cichoscki ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada da olgunlaşma süresi boyunca bu değer sabit kalmıştır. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. gününe ait değerin 0., 15., 60. ve 90. günlerden farklı olduğu; olgunlaşma süresinin 120. gününe ait değerin ise 0., 15. ve 60. günlerdeki değerlerden farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Tulum peyniri kuru tuzlama işlemi yapılarak üretildiği için tuzlamada bölgesel farklılıklar sorunu yaşanabilir. Araştırmada elde edilen verilerin farklılığında bu durum rol alabilir. Ayrıca örneklerin kuru maddede tuz oranında ortaya çıkan farklılıkların; pH, nem içeriği ve yüzey alanı gibi tuzun difüzyonunu etkileyen faktörlerin farklı olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Guinee, 2004).

İnek Tulum peynirine ait kuru maddede tuz oranı değerleri Çakır (2011)'ın ortalama değerlerine yakın bulunmuştur. Keçi Tulum peynirine ait kuru maddede tuz

oranı değerleri ise Sert (2011)'e ait değerlerle yakın bulunmuştur. Bu araştırmada Tulum peynirlerine ait ortalama kuru maddede tuz oranı değerleri Tarakçı ve ark. (2005), Arslaner (2008), Dinkçi ve ark. (2012) ve Emirmustafaoğlu ve Çoşkun (2012)'a ait verilerle benzerken bulunurken; Karaca (2007)'ya ait verilerden yüksek bulunmuştur.

4.1.7. Titrasyon asitliği (%Laktik asit)

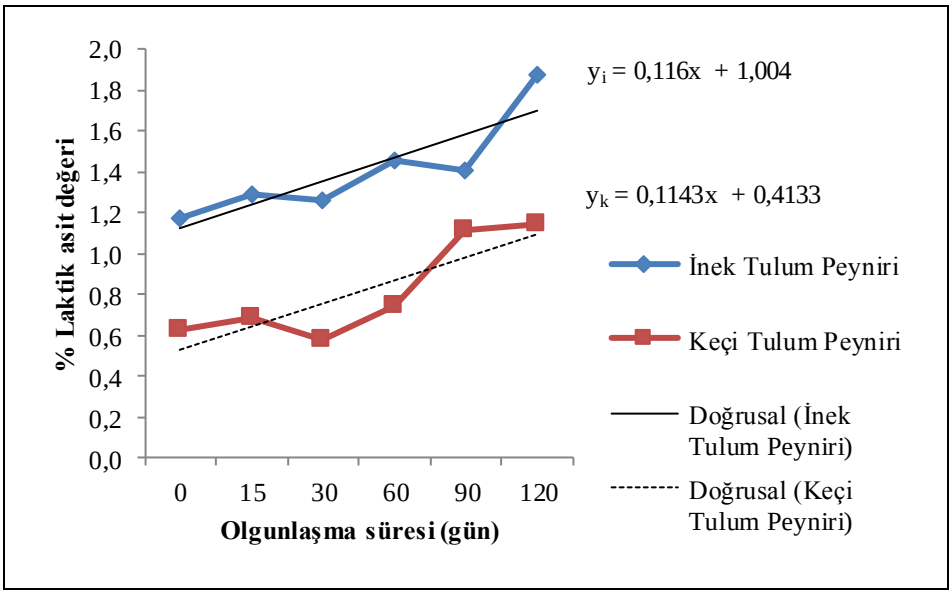
Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen % asitlik değerleri (laktik asit) Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince % laktik asit değerlerindeki değişim*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	1.17	1.29	1.26	1.46	1.41	1.87
Keçi Tulum Peyniri	0.63	0.68	0.58	0.74	1.11	1.14

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşmanın ilk gününde en yüksek asitlik değeri inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününde asitlik değerinde azalma gözlemlenmiştir. Bu durum mevcut floradaki küfler tarafından laktik asidin asimile edilmesi ve amino asitlerin deaminasyonu ile açıklanabilir (Lenoir, 1984). Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca laktik asit değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde asitlik değerindeki artış inek Tulum peynirine göre daha yüksek oranda olmuştur. Şekil 4.7.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen % asitlik değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince % laktik asit değerlerindeki değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun % asitlik değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Çizelge 4.19.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) % asitlik değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince % laktik asit değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	2.130	2.130	1,202.888**
Hata 1	2	0.004	0.002	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	1.094	0.219	58.198**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.132	0.026	7.023**
Hata 2	10	0.038	0.004	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Çizelge 4.20. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince % laktik asit değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	Keçi Tulum Peyniri	Genel
0. gün	1.17±0.05^{C*}	0.63±0.00^{D*}	0.90±0.31^{D}
15. gün	1.29±0.13^{BC*}	0.68±0.00^{D*}	0.99±0.36^{CD}
30. gün	1.26±0.00^{BC*}	0.58±0.01^{D*}	0.92±0.39^{D}
60. gün	1.46±0.04^{B*}	0.74±0.00^{D*}	1.10±0.41^{C}
90.gün	1.41±0.00^{B*}	1.11±0.00^{C*}	1.26±0.17^{B}
120. gün	1.87±0.10^{A*}	1.14±0.11^{C*}	1.50±0.43^{A}
Genel	1.41±0.01^{A}	0.81±0.01^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). En yüksek % asitlik değerine sahip peynir inek Tulum peyniridir. Olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren % asitlik değerinde artış belirlenmiştir (p<0.01). Arslaner (2008) de olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra % laktik asit değerlerinde artış gözlemlemiştir. Olgunlaşma boyunca lipoliz, proteoliz ve laktozun laktat ve sitrata dönüşümü gibi mikrobiyolojik ve biyokimyasal dönüşümler meydana gelmektedir. Olgunlaşmanın ilk aşamalarında laktozun laktata dönüşümü hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Laktat, asitliğin gelişmesine neden olan rasemizasyon, oksidasyon veya mikrobiyal metabolizma faaliyetleri için önemli bir öncül maddedir (McSweeney, 2004; Ong ve ark., 2007). Bu araştırma olgunlaşma süresi sonunda belirlen % asitlik değeri artışının olgunlaşma boyunca gerçekleşen lipoliz, proteoliz ve laktoz dönüşümü reaksiyonlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolasıyla peynirlerde bulunan mikrofloranın ve enzimlerin farklılığı % asitlik değerlerinde farklılığa neden olmuş olabilir.

Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli (p<0.01) bulunmuş olup en yüksek % asitlik değeri olgunlaşma süresinin 120. gününde inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde 90. günden itibaren asitlik gelişimi söz konusudur. İnek Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 60. ve 90. günlerine ait % asitlik değerleri; olgunlaşma süresinin 0. gününden yüksek bulunurken, olgunlaşma süresinin 120. gününden düşük bulunmuştur. Ayrıca inek Tulum peynirinde 15., 30., 60. ve 90. günlerdeki % asitlik değerinde istatistiksel olarak fark gözlemlenmemiştir. Tulum peynirine ait asitlik değerleri Çakır (2011), Arslaner (2008), Tekinşen ve ark. (1998), Emirmustafaoğlu ve Coşkun (2012), ait verilere yakın bulunurken Aydın ve Gülmez (2008) ve Dinkçi ve ark. (2012)'na ait verilerden yüksek

bulunmuştur. Örnekler arasında % asitlik değerleri arasındaki farklılığın; sütün bileşiminden, Tulum peyniri örneklerindeki mikrobiyal yükün değişiminden, ortamdaki lipolitik ve proteolitik enzim aktivitelerinden ve peynirin laktoz içeriğinden (Zaharia ve Rotaru, 2011) kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.8. pH değeri

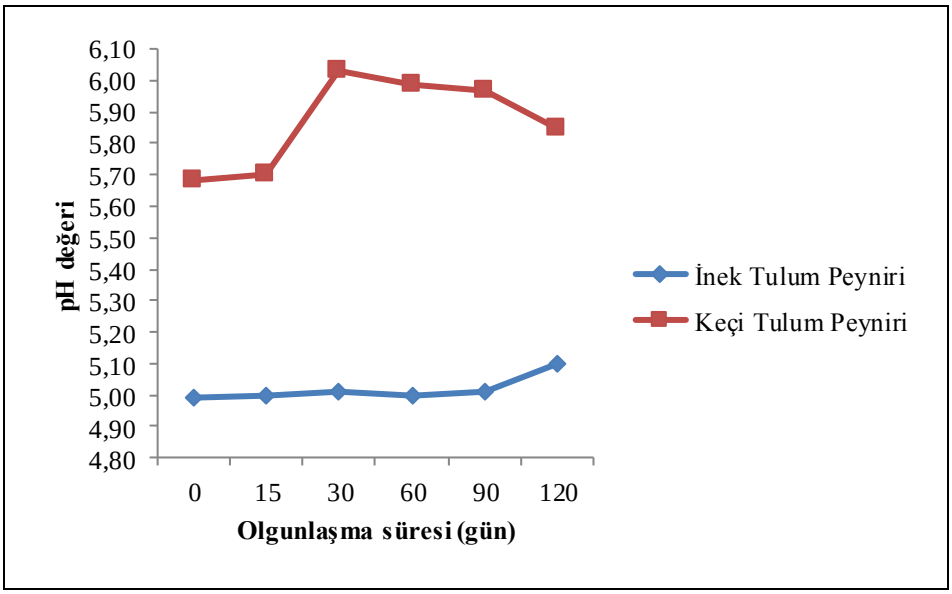
Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen pH değerleri Çizelge 4.21.'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerlerindeki değişim*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	4.99	5.00	5.01	5.00	5.01	5.10
Keçi Tulum Peyniri	5.68	5.70	6.03	5.99	5.97	5.85

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Taze peynir örneklerinde en yüksek pH değeri keçi peynirinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca ortalama pH inek Tulum peynirinde 5.02, keçi Tulum peynirinde ise 5.87 olarak belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşmanın 30. gününden sonra pH'da azalma tespit edilmiştir. Bu durum olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren gerçekleşen proteoliz, lipoliz ve laktik asit bakterileri tarafından laktozun parçalanmasından kaynaklanmış olabilir. Ramzan ve ark. (2010) pH değerindeki azalışa ilk olarak laktik asidin etki ettiğini bildirmiştir. İnek Tulum peynirinde ise olgunlaşma boyunca pH değerinde nispi bir artış gözlemlenmiştir. Şekil 4.8.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen pH değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir. Olgunlaşma süresi sonunda keçi Tulum peynirinde pH değeri inek Tulum peynirinden daha yüksek tespit edilmiştir ve pH değişimi keçi Tulum peynirinde daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince pH değerlerindeki değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun pH değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir. Çizelge 4.22.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) pH değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	4.361	4.361	6,192.479**
Hata 1	2	0.001	0.001	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	0.128	0.026	13.107**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.117	0.023	11.968**
Hata 2	10	0.020	0.002	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, süt tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23.'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince pH değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	4.99±0.01^{D*}	5.68±0.00^{C*}	5.34±0.40^{B}
15. gün	5.00±0.01^{D*}	5.70±0.03^{C*}	5.35±0.41^{B}
30. gün	5.01±0.00^{D*}	6.03±0.01^{A*}	5.52±0.59^{A}
60. gün	5.00±0.02^{D*}	5.99±0.00^{AB*}	5.49±0.57^{A}
90.gün	5.01±0.00^{D*}	5.97±0.00^{AB*}	5.49±0.55^{A}
120. gün	5.10±0.13^{D*}	5.85±0.06^{B*}	5.48±0.44^{A}
Genel	5.02±0.01^{B}	5.87±0,01^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek pH değerine sahip peynir keçi Tulum peyniridir. Sert (2011) ve Emirmustafaoğlu ve Coşkun (2012) da keçi Tulum peynirinin pH değerini daha yüksek bulmuştur. Olgunlaşma süresinin 30. gününde pH artışı gözlemlenmiş olup olgunlaşmanın sonuna kadar istatistiksel olarak pH değişimi belirlenmemiştir ($p<0.01$). pH değerindeki artışın; asitlerin maya ve küfler tarafından parçalanmasından ve ilerleyen olgunlaşma günlerinde proteoliz sonucu meydana gelen peptid ve amino asitlerin sahip oldukları amfoter özelliklerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Alonso ve ark., 1987). Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup en yüksek pH değeri olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde keçi Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. İnek Tulum peynirinde pH değerlerinde olgunlaşma süresinin sonuna kadar fark tespit edilmemiştir. Keçi Tulum peynirinde ise en yüksek pH değeri olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde belirlenmiştir. Tulum peynirlerine ait ortalama pH değerleri Cichoscki ve ark. (2002), Ramzan ve ark. (2010) ve Zaharia ve Rotaru (2011)'ya ait değerlere yakın bulunmuştur. Olgunlaşmanın sonunda ise keçi Tulum peynirinde pH değeri kısmen azalmıştır. İnek Tulum peynirlerinin ortalama pH değerleri Çakır (2011), Tekinşen ve ark. (1998)'a ait verilerle benzerlik göstermektedir. Keçi Tulum peynirlerinin ortalama pH değerleri ise Çakmakçı ve Kurt (1993) ve Tarakçı ve ark. (2005)'nın tespit ettiği değerlerle yakın bulunmuştur. Tulum peyniri örnekleri arasında pH değerleri açısından görülen farklılığın peynirlerin mikrobiyal yük değişimlerinden ve kullanılan sütün bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.9. Renk değerleri

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen renk değerleri Çizelge 4.24.'te verilmiştir. "*L**" değerinin pozitif çıkması beyazlığı, negatif çıkması siyahlığı ifade etmektedir. Yani "*L**" değeri parlaklığın bir göstergesidir. "*a**" değerinin pozitif çıkması kırmızılığı, negatif çıkması ise yeşilliği temsil etmektedir. "*b**" değerinin pozitif çıkması sarılığı, negatif çıkması ise maviliği ifade etmektedir. *L** değeri 0'dan 100'e kadar olan sayılarla, *a** ve *b** değeri ise 0'dan 60'a kadar olan sayılarla ifade edilir. Değerin büyük çıkması ifade ettiği renge yakınlığını göstermektedir (Üren, 1999).

Çizelge 4.24. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince renk değerlerindeki değişim*

Peynir Tipi	Renk Değerleri	Olgunlaşma Süresi (gün)					
		0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	*L** değeri	83.41	85.32	80.56	77.75	83.42	80.41
	*a** değeri	-2.16	-2.67	-3.35	-3.50	-3.73	-3.44
	*b** değeri	16.38	16.02	19.03	17.84	18.06	16.93
Keçi Tulum Peyniri	*L** değeri	85.99	83.08	84.21	82.59	83.90	85.41
	*a** değeri	-2.45	-2.63	-2.46	-2.69	-3.44	-2.59
	*b** değeri	11.83	13.77	12.91	15.30	13.99	13.26

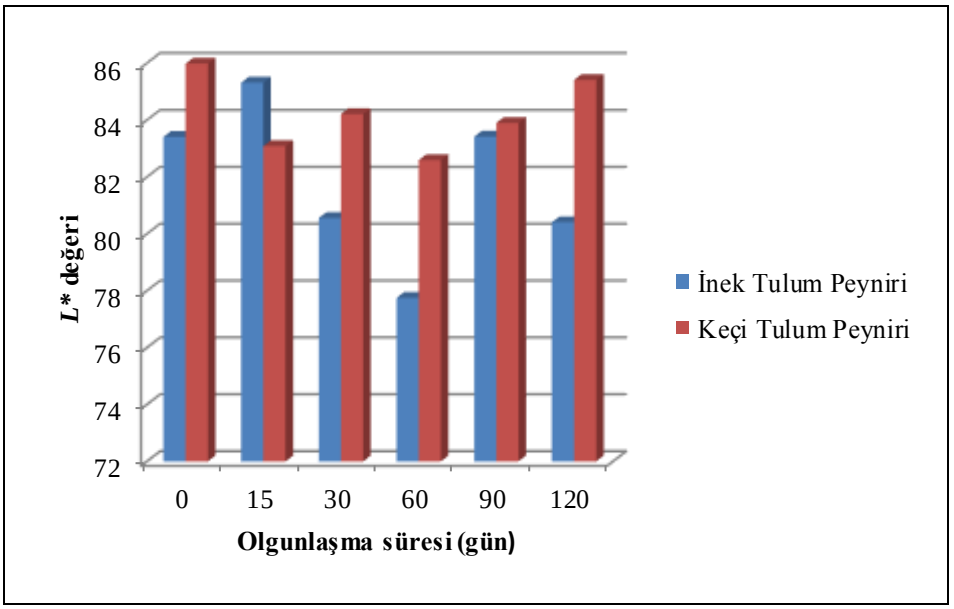
* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

4.1.9.1. "*L**" değeri

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince parlaklık (*L**) değerlerinde belirlenen değişim Çizelge 4.24.'te gösterilmiştir. Olgunlaşma süresinin ilk gününde keçi Tulum peynirinde parlaklık değeri daha yüksek tespit edilmiştir. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca keçi Tulum peyniri inek Tulum peynirinden daha yüksek parlaklık değerine sahip olmuştur. Parlaklık değerindeki değişim en fazla inek Tulum peynirinde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda parlaklık değeri inek Tulum peynirinde başlangıçtaki parlaklık değerinden az bulunurken, keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşmanın başı ve sonunda parlaklık değeri yaklaşık aynı çıkmıştır. Olgunlaşma süresi boyunca yapılan analizlerde

inek ve keçi Tulum peynirlerine ait sonuçlar dalgalı bir seyir izlemiştir. Bu durum, analiz ortamındaki ışığın yönü ve kuvvetinden kaynaklanmış olabilir. Şekil 4.9.'da deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen parlaklık değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun "*L**" değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25.'te verilmiştir.



Şekil 4.9. Olgunlaşma süresince L değerlerindeki değişim

Çizelge 4.25. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	34.082	34.082	78.650*
Hata 1	2	0.867	0.433	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	52.643	10.529	17.737**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	39.483	7.897	13.303**
Hata 2	10	5.936	0.594	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Çizelge 4.25.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) parlaklık değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26.'da verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Keçi Tulum peyniri daha yüksek parlaklık değerine sahiptir. Bu durum keçi sütüne özgü düşük β-karoten içeriğinden dolayı daha beyaz renge sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma süresinin 60. günü dışında parlaklık değeri sabit kalmıştır ($p<0.01$). Delgado ve ark. (2011) olgunlaşma süresi boyunca parlaklık değerini sabit bulmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince parlaklık (L^*) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	83.41±0.58^{ABC*}	85.99±0.93^{A*}	84.70±1.61^{A}
15. gün	85.32±0.04^{AB*}	83.08±1.05^{BCD*}	84.20±1.42^{AB}
30. gün	80.56±0.00^{DE*}	84.21±0.07^{ABC*}	82.38±2.10^{B}
60. gün	77.75±1.48^{F*}	82.59±1.35^{CDE*}	80.17±3.02^{C}
90.gün	83.42±0.00^{ABC*}	83.90±0.35^{ABC*}	83.66±0.34^{AB}
120. gün	80.41±0.06^{E*}	85.41±0.59^{AB*}	82.91±2.91^{AB}
Genel	81.81±0.19^{b}	84.19±0.19^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler $p<0.01$ düzeyinde önemli, küçük harfler $p<0.05$ düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Rengin enzimatik veya enzimatik olmayan reaksiyonlarla değişebileceği öne sürülmüştür (El-Nimr ve ark., 2010). Olgunlaşma süresinin 60. günündeki azalış kimyasal değişikliklerden meydana gelmiş olabilir. Buffa ve ark. (2001), El-Nimr ve ark. (2010), Sabbagh ve ark. (2010) da böyle bir azalış tespit etmiştir.

İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününe ait değer; olgunlaşma süresinin 0., 15. ve 90. günlerindeki değerlerden az bulunurken, bu değerin olgunlaşma süresinin 60. günündeki değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 15. ve 60. günlerine ait parlaklık değerleri başlangıçtaki değere göre düşük bulunsa da genel olarak olgunlaşma süresi boyunca parlaklık değerinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup en yüksek parlaklık değeri keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin 0., 30., 90. ve 120. günlerinde gözlemlenirken en düşük parlaklık değeri ise inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 60. gününde

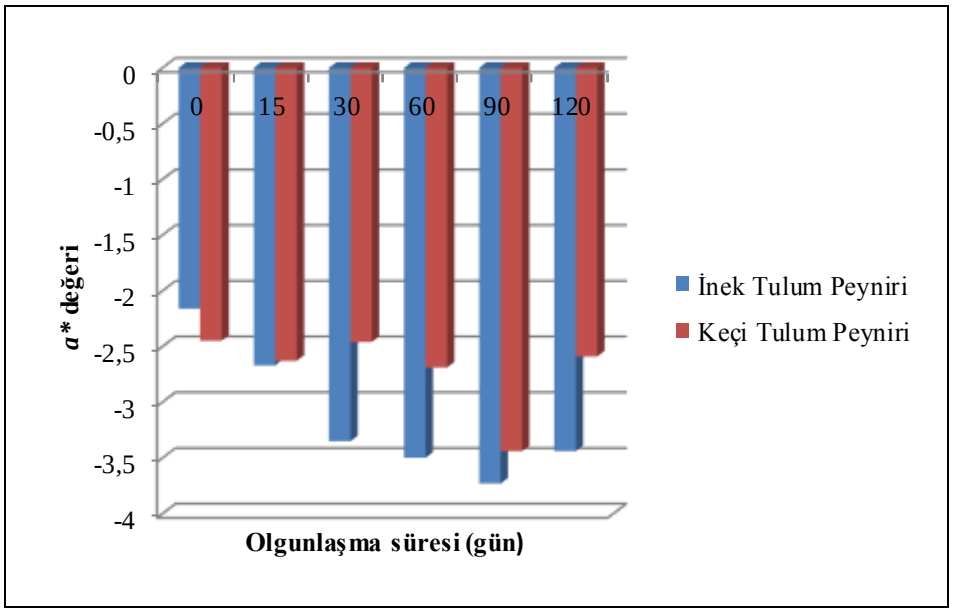
belirlenmiştir. İnek ve keçi Tulum peynirlerinden elde edilen veriler Sert (2011)'e verilerle paralellik göstermektedir.

Peynir renginin β-karoten gibi süt pigmentleri tarafından etkilendiği bildirilmiştir. Ayrıca doğal floranın biyokimyasal aktivitesi, üretim ve olgunlaştırma tekniklerinden de etkilendiği öne sürülmüştür (McSweeney, 2004; Dufossé ve ark., 2005). Dolayısıyla peynir örneklerinden elde edilen parlaklık değerlerindeki farklılık peynirlerin optik özelliklerinden, kimyasal kompozisyonundan, yüzey yapısından ve mikroflorasından kaynaklanmış olabilir (El-Nimr ve ark., 2010).

4.1.9.2. "*a**" değeri

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*a**" değerlerinde belirlenen değişim Çizelge 4.24.'te gösterilmiştir. "*a**" değerinin negatif çıkması yeşillik içeren bir renk olduğunu ifade etmektedir. Olgunlaşma süresinin ilk gününde keçi Tulum peynirinde "*a**" değeri daha yüksek dolayısıyla kırmızılık değeri daha düşük tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca inek Tulum peynirinde "*a**" değeri artmıştır (% 72.69) yani kırmızılık değeri azalmış yeşillik değeri artmıştır. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma boyunca "*a**" değeri dalgalı bir seyir izlemiş olup olgunlaşma süresinin sonunda nispi olarak artmış olup kırmızılık değeri azalmıştır. En yüksek "*a**" değeri inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününde gözlenirken en düşük "*a**" değeri ise inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. gününde belirlenmiştir. Her iki Tulum peyniri de olgunlaşma süresinin 90. gününde kendi içerisinde en yüksek "*a**" değerlerine sahip olup bu değerler olgunlaşma süresinin 120. gününde düşmüştür. Bu durum deney ortamındaki ışığın fiziksel özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Şekil 4.10.'da deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen parlaklık değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun "*a**" değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27.'de verilmiştir. Çizelge 4.27.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) "*a**" değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.10. Olgunlaşma süresince "*a**" değerlerindeki değişim

Çizelge 4.27. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*a**" değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	1.140	1.140	99.646**
Hata 1	2	0.023	0.011	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	3.732	0.746	38.200**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	1.218	0.244	12.468**
Hata 2	10	0.195	0.020	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*a**" değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	-2.16±0.09^{C*}	-2.45±0.13^{BC*}	-2.30±0.90^{D}
15. gün	-2.67±0.11^{B*}	-2.63±0.91^{BC*}	-2.65±0.09^{C}
30. gün	-3.35±0.00^{A*}	-2.46±1.20^{BC*}	-2.91±0.53^{BC}
60. gün	-3.50±0.08^{A*}	-2.69±0.08^{B*}	-3.09±0.48^{B}
90.gün	-3.73±0.00^{A*}	-3.44±0.08^{A*}	-3.58±0.18^{A}
120. gün	-3.44±0.01^{A*}	-2.59±0.33^{BC*}	-3.01±0.53^{B}
Genel	-3.14±0.03^{A}	-2.71±0.03^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

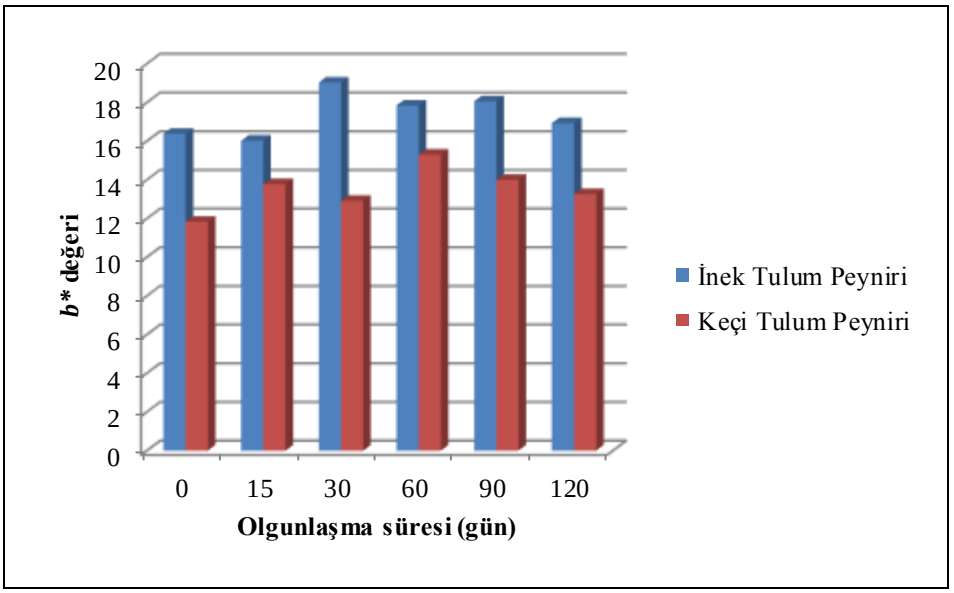
Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). İnek Tulum peyniri daha yüksek "*a**" değerine dolasıyla daha yüksek yeşillik değerine sahiptir. Bu durum inek Tulum peynirinin yüksek yağ içeriğinden ve β-karoten gibi renk pigmentlerinin içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca "*a**" değerinde artış gözlemlenmiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma gününün 120. günündeki "*a**" değeri 90. gündeki değerden düşük çıkmıştır. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli ($p<0.01$) bulunmuş olup, en yüksek "*a**" değeri keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününde ve inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30., 60., 90. ve 120 günlerinde belirlenmiştir. En düşük "*a**" değeri ise inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. gününde gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu durum inek Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin ilk gününde düşük yeşillik değerine sahip olduğunu ifade etmektedir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününde yeşillik değeri artmıştır. Bu durum küf gelişiminden kaynaklanmış olabilir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar "*a**" değerinde artış gözlenmiş olup olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra "*a**" değerinin sabit kaldığı belirlenmiştir ($p<0.01$). Jung ve ark. (2013), Sert (2011) ve Sabbagh ve ark. (2010) yaptıkları çalışmalarda olgunlaşma süresi ile beraber "*a**" değerinin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmada Tulum peynirlerinin "*a**" değerlerinde meydana gelen değişimin; olgunlaşma boyunca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlardan, kullanılan sütlerin bileşimindeki farklılıklardan ve peynirlerdeki mevcut mikrofloranın farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda Mısır'da üretilen Gouda peynirinde (El-Nimr ve ark., 2010) ve Cheddar peynirinde (Goosen, 2014) "*a**" değeri pozitif bulunurken geleneksel Tulum peynirimiz üzerine bu araştırmada ve Sert (2011)'in yaptığı çalışmada "*a**" değeri negatif bulunmuştur. Geleneksel Tulum peynirimizde yeşillik değeri yüksekken bu peynirlerde kırmızılık değeri yüksektir. Bu farklılık; kullanılan ham maddenin kimyasal kompozisyonu, üretim koşulları, ortamda bulunan starter veya starter olmayan mikroorganizmalar, uygulanan işlemler, olgunlaşma şartları ve benzeri diğer faktörlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.1.9.3. "*b**" değeri

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*b**" değerlerinde belirlenen değişim Çizelge 4.24.'te gösterilmiştir. Bu araştırmada

çıkan sonuçlar pozitif olduğu için "*b**" değeri sarılığı ifade etmektedir. Çizelge 4.24.'ten de anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresi boyunca ortalama en yüksek "*b**" değerine inek Tulum peyniri sahiptir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar sarılık değerinde artma gözlenmiş olup "*b**" değerinde bu olgunlaşma gününde düşme gözlemlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. günü dışında 60. olgunlaşma gününe kadar sarılık değeri artmıştır ve daha sonra düşmüştür. Peynir renginin oluşmasında; kullanılan süt tipi, hayvanların beslenme farklılıkları, mevsimsel sapmalar dolayısıyla β-karoten ve laktoflavin miktarının farklılık göstermesi, peynirin yağ içeriği ve olgunlaşma derecesinin etkili olduğu bildirilmiştir (Üçüncü, 2004). Şekil 4.11.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen sarılık değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.11. Olgunlaşma süresince "*b**" değerlerindeki değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun "*b**" değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29.'da verilmiştir. Çizelge 4.29.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) "b*" değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*b**" değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	89.784	89.784	3,958.149**
Hata 1	2	0.045	0.023	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	16.340	3.268	18.624**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	10.023	2.005	11.424**
Hata 2	10	1.755	0.175	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.30.'da verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). İnek sütünden üretilen Tulum peyniri daha yüksek "*b**" değerine dolasıyla daha yüksek sarılık değerine sahiptir. Bu durum inek Tulum peynirinin yüksek yağ içeriğinden kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.30. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince "*b**" değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	16.38±0.13^{CD*}	11.83±0.08^{G*}	14.11±2.63^{D}
15. gün	16.02±0.24^{CD*}	13.77±0.83^{F*}	14.90±1.39^{CD}
30. gün	19.03±0.00^{A*}	12.91±0.87^{FG*}	15.97±3.57^{AB}
60. gün	17.84±0.43^{AB*}	15.30±0.02^{DE*}	16.57±1.49^{A}
90.gün	18.06±0.00^{AB*}	13.99±0.26^{EF*}	16.02±2.56^{AB}
120. gün	16.93±0.11^{BC*}	13.26±0.01^{F*}	15.09±2.12^{BC}
Genel	17.38±0.04^{A}	13.51±0.04^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar "*b**" değerinde artış gözlenmiş olup olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar değişim gözlemlenmemiştir ve olgunlaşma süresinin 120. gününde "*b**" değerinde düşüş belirlenmiştir (p<0.01). "*b**" değerinin azalmasının lipoliz ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (Marchesini ve ark., 2009). Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli (p<0.01) bulunmuş olup en yüksek "*b**" değeri inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde görülmüştür. En düşük "*b**" değeri ise keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin ilk gününde gözlemlenmiştir. Bu durum keçi sütünün daha beyaz renge ve

daha küçük yağ globüllerine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu araştırmadaki "*b**" değerindeki değişimler, "*a**" değerindeki değişimlere benzerlik göstermektedir. Jung ve ark. (2013) ve Sert (2011) yaptıkları çalışmalarda olgunlaşma süresi boyunca "*b**" değerinde artış gözlemlemiştir.

4.1.10. Su aktivitesi (a_w)

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi (a_w) değerlerinde belirlenen değişim Çizelge 4.31.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerlerindeki değişim*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)						Olgunlaşma Süresine Bağlı Olarak % Değişim
	0.	15.	30.	60.	90.	120.	
İnek Tulum Peyniri	0.897	0.889	0.864	0.881	0.860	0.873	4.12
Keçi Tulum Peyniri	0.908	0.896	0.882	0.864	0.889	0.892	4.86

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşma süresi boyunca azalmalar peynirlerin içerdikleri nem oranından kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma süresi boyunca ortalama su aktivitesi değeri inek Tulum peynirinde 0.877 iken keçi Tulum peynirinde ise 0.889 olarak hesaplanmıştır.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun su aktivitesi (a_w) değeri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.32.'de verilmiştir. Çizelge 4.32.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonun istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenirken ($p>0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.05$) su aktivitesi değerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	0.001	0.001	1.680^{ns}
Hata 1	2	0.001	0.000	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	0.003	0.001	3.726*
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.001	0.000	1.504^{ns}
Hata 2	10	0.002	0.000	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33.'te verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Aynı şekilde peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak herhangi bir fark belirlenememiştir (p>0.05). En yüksek su aktivitesi değeri olgunlaşma süresinin ilk gününde belirlenmiş olup bu değer olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar azalma göstermiştir. Marchesini ve ark. (2009), El-Nimr ve ark. (2010), Cichoscki ve ark. (2002), Jung ve ark. (2013) çalışmalarında olgunlaşma süresi boyunca su aktivitesi değerinin azaldığını bildirmiştir. Olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde su aktivitesi değeri sabit kalmıştır. Olgunlaşma süresinin 120. gününde ise tekrar bir artış gözlemlenmiştir (p<0.05). Bu durum olgunlaşma süresinin 120. gününde yapılan analizlerde havanın bağıl nemindeki artıştan kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.33. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince su aktivitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

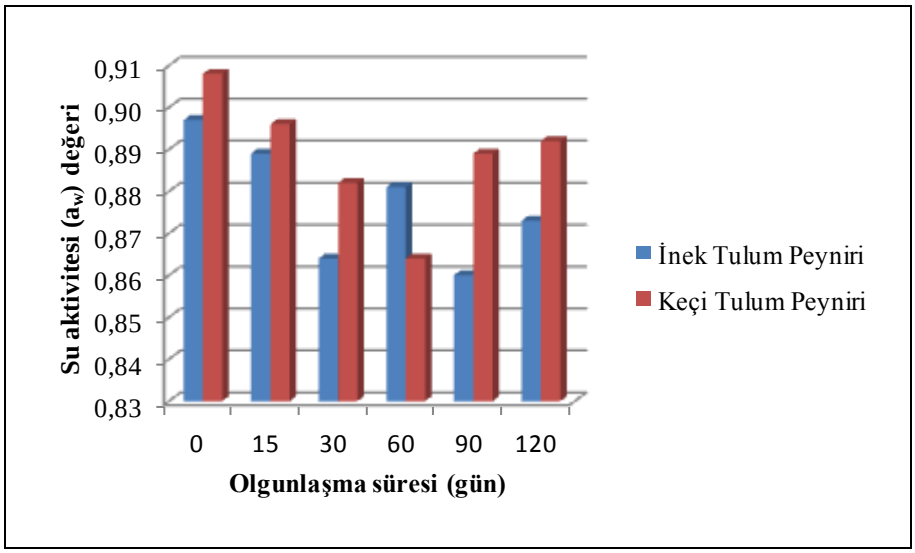
Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	0.897±0.00	0.908±0.00	0.902±0.00[a]
15. gün	0.889±0.00	0.896±0.02	0.893±0.01[b]
30. gün	0.864±0.00	0.882±0.00	0.873±0.01[d]
60. gün	0.881±0.00	0.864±0.04	0.872±0.02[d]
90.gün	0.860±0.00	0.889±0.00	0.875±0.02[d]
120. gün	0.873±0.00	0.892±0.00	0.883±0.01[c]
Genel	0.877±0.00	0.889±0.00	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı göstermektedir.

Genel olarak su aktivitesi değeri olgunlaşma süresi sonunda düşmüştür. Su aktivitesindeki azalma suyun buharlaşarak yüzeyden uzaklaşmasından kaynaklanmış olabilir. Peynirde olgunlaşma süresince gerçekleşen proteoliz reaksiyonunda kazein

matriksinin hidrolize olması sonucu su aktivitesi değerinin düştüğü ve bu kimyasal değişikliğe hidroliz ile meydana gelen karboksilik asit ve amino gruplarının etkili olduğu bildirilmiştir (McSweeney, 2004). Ayrıca tuz konsantrasyonun da su aktivitesi değerini azalttığı bildirilmiştir (Saurel ve ark., 2004; Cichoscki ve ark., 2002). Şekil 4.12.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen su aktivitesi değerlerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

Olgunlaşma süresi boyunca ortalama su aktivitesi değeri inek Tulum peynirinde 0.877, keçi Tulum peynirinde ise 0.889 olarak belirlenmiştir. Genel olarak peynirlerde su aktivitesi değerinin 0.87-0.98 arasında değiştiği bildirilmiştir (Özay ve ark., 1993). Su aktivitesi değerinin mikrobiyal gelişme için kullanılabilir su miktarını ifade ettiği ve bozulmaya neden olan çoğu bakterinin, mayanın ve küflerin gelişmesi için bu değerin sırasıyla minimum 0.91, 0.88 ve 0.80 olması gerektiği bildirilmiştir (Ayhan, 2000). Dolayısıyla bu araştırmadaki Tulum peyniri örnekleri patojen (*S. aureus* hariç) bakteriler veya bozulmaya neden olabilecek bakteriler ve kısmen de mayalar açısından güvenli sayılabilir.



Şekil 4.12. Olgunlaşma süresince su aktivitesi (aw) değerlerindeki değişim

4.1.11. Toplam azot oranı (%)

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince toplam azot oranlarında belirlenen değişim Çizelge 4.34.'te gösterilmiştir.

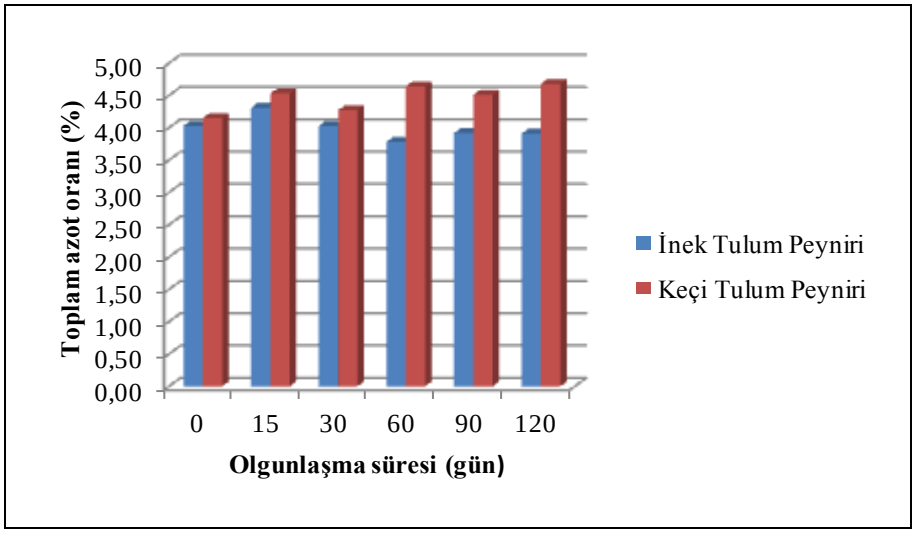
Çizelge 4.34. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince toplam azot oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	4.03	4.31	4.03	3.78	3.92	3.91
Keçi Tulum Peyniri	4.15	4.53	4.27	4.64	4.51	4.68

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Taze peynir örneklerinde toplam azot oranı yaklaşık olarak her iki peynirde de aynı bulunmuştur. Olgunlaşma süresi boyunca ortalama azot oranı değeri inek Tulum peynirinde %4.00 iken keçi Tulum peynirinde ise % 4.46 olarak tespit edilmiştir. Toplam azot oranındaki değişmelerde olgunlaşma süresi boyunca dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Bu durum peynirlerde bulunan veya gelişen mikrofloranın etkisiyle gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlardan kaynaklanmış olabilir. Şekil 4.13.'te deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen toplam azot oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.

Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin sonunda başlangıca göre toplam azot oranında artış gözlenirken inek Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin sonunda toplam azot oranının azalması dikkat çekmektedir. Bu durum olgunlaşma boyunca peynirlerin farklı biyokimyasal değişimlere sahip olmasından kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.13. Olgunlaşma süresince toplam azot oranlarındaki değişim (%)

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun toplam azot oranı (%) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35.'te verilmiştir. Çizelge 4.35.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.05$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) toplam azot oranındaki (%) değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir

Çizelge 4.35. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince toplam azot oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	1.297	1.297	24.265*
Hata 1	2	0.107	0.053	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	0.268	0.054	3.460*
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.482	0.096	6.227**
Hata 2	10	0.155	0.015	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.36.'da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince toplam azot oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$4.03\pm0.01^{CD*}$	$4.15\pm0.22^{BCD*}$	4.09 ± 0.14^{c}
15. gün	$4.31\pm0.15^{ABC*}$	$4.53\pm0.04^{AB*}$	4.42 ± 0.15^{a}
30. gün	$4.03\pm0.25^{CD*}$	$4.27\pm0.10^{ABC*}$	4.15 ± 0.21^{bc}
60. gün	$3.78\pm0.00^{D*}$	$4.64\pm0.26^{A*}$	4.21 ± 0.52^{bc}
90.gün	$3.92\pm0.00^{CD*}$	$4.51\pm0.00^{AB*}$	4.22 ± 0.34^{abc}
120. gün	$3.92\pm0.19^{CD*}$	$4.68\pm0.12^{A*}$	4.30 ± 0.46^{ab}
Genel	3.40 ± 0.07^{b}	4.46 ± 0.07^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler $p<0.01$ düzeyinde önemli, küçük harfler $p<0.05$ düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Keçi Tulum peyniri daha yüksek toplam azot oranına sahiptir. Bu durumun kullanılan sütün bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek toplam azot oranı, olgunlaşma süresinin 15. gününde belirlenmiştir ($p<0.01$). Toplam azot oranı olgunlaşma süresinin

30., 60., 90. ve 120. günlerinde sabit kalmıştır. Karaca (2007), Delgado ve ark. (2011), Dinkçi ve ark. (2012) da toplam azot oranını olgunlaşma süresi boyunca sabit bulmuştur. Olgunlaşma süresi boyunca en düşük toplam azot oranı ise olgunlaşma süresinin ilk gününde gözlemlenmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 15. ve 60. günlerinde bulunan toplam azot oranı istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Fakat genel olarak inek Tulum peynirinde toplam azot oranının sabit olduğu gözlemlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin ilk gününe ait toplam azot değeri, istatistiksel olarak olgunlaşma süresinin 60. ve 120. günlerinden farklı çıkmıştır ($p<0.05$). Genel olarak keçi Tulum peynirinde de olgunlaşma süresi boyunca toplam azot oranının sabit kalması söz konusudur.

4.1.12. Protein oranı (%)

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince protein oranlarında belirlenen değişim Çizelge 4.37.'de gösterilmiştir.

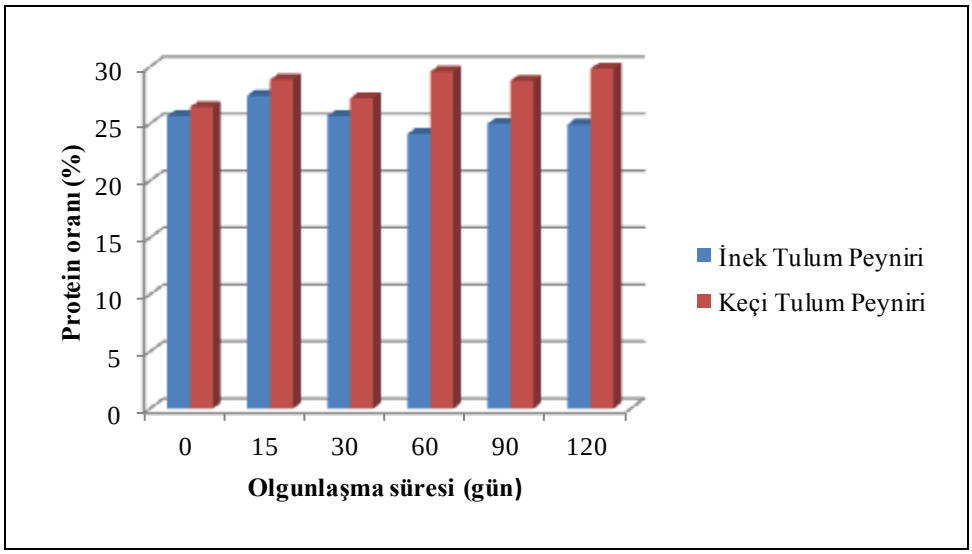
Olgunlaşmanın ilk gününde protein oranları inek Tulum peynirinde % 25.68 ve keçi Tulum peynirinde % 26.45 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma boyunca protein oranında değişme toplam azot oranındaki değişim ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.37. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince protein oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	25.68	27.47	25.68	24.12	25.01	24.96
Keçi Tulum Peyniri	26.45	28.87	27.24	29.57	28.77	29.83

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Keçi Tulum peynirindeki protein oranı inek Tulum peynirine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun süt tiplerinin bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 4.14.'te deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen protein oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.14. Olgunlaşma süresince protein oranlarındaki değişim (%)

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun protein oranı (%) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.38.'de verilmiştir. Çizelge 4.38.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.05$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) protein oranındaki (%) değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince protein oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir tipleri Arası	1	52.807	52.807	24.405*
Hata 1	2	4.328	2.164	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	10.895	2.179	3.472*
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	19.647	3.929	6.262**
Hata 2	10	6.275	0.628	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Protein oranlarına ait varyasyon kaynakları tablosundaki önem dereceleri toplam azot oranına ait önem dereceleri ile benzer çıkmıştır. Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.39.'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince protein oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	25.68±0.04^{CD*}	26.45±1.39^{BCD*}	26.06±0.92^{b}
15. gün	27.47±0.95^{ABC*}	28.87±0.23^{AB*}	28.17±0.98^{a}
30. gün	25.68±1.58^{CD*}	27.25±0.63^{ABC*}	26.46±1.34^{b}
60. gün	24.12±0.00^{D*}	29.57±1.67^{A*}	26.85±3.29^{ab}
90.gün	25.01±0.00^{CD*}	28.77±0.00^{AB*}	26.89±2.17^{ab}
120. gün	24.97±1.20^{CD*}	29.83±0.77^{A*}	27.40±2.92^{ab}
Genel	25.49±0.43^{b}	28.45±0.43^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler p<0.01 düzeyinde önemli, küçük harfler p<0.05 düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Sert (2011) de protein oranını inek Tulum peynirine göre keçi Tulum peynirinde daha yüksek bulmuştur. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca protein oranı sabit çıkmıştır. Cichoscki ve ark. (2002), Karaca (2007) Olgunlaşma süresinin 15. gününe ait protein oranı 0. ve 30. günlere ait değerlerden yüksek çıkmıştır (p<0.05). Buradaki azalma peynirin olgunlaşması sırasında gerçekleşen ve tat ve aromanın oluşmasında etkili olan proteoliz reaksiyonundan kaynaklanmış olabilir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 15. günü ile 60. günü arasında protein oranında farklılık belirlenmiş olup, protein oranı 15. günde daha yüksek bulunmuştur (p<0.01). İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren protein oranında değişim gözlemlenmemiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşmanın ilk günündeki protein oranı olgunlaşma süresinin 60. ve 120. günlerine ait protein oranı değerlerinden düşük bulunmuştur (p<0.01). Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 15. gününden itibaren protein oranında değişim tespit edilmemiştir.

4.1.13. Kuru maddede protein oranı (%)

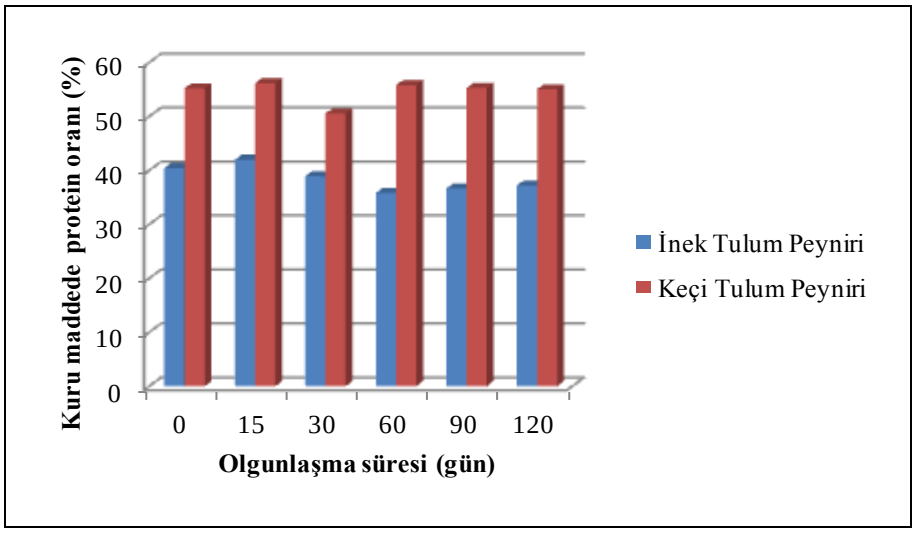
Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede protein oranlarında belirlenen değişim Çizelge 4.40.'ta gösterilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede protein oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	40.45	41.98	38.90	35.83	36.67	37.19
Keçi Tulum Peyniri	55.21	56.16	50.54	55.78	55.28	55.04

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Kuru maddede protein oranlarının olgunlaşmanın ilk gününde keçi Tulum peynirinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda keçi Tulum peyniri kuru maddede protein oranında hakimiyetini korumuştur. Olgunlaşma boyunca kuru maddede protein değerlerinde dalgalanmalar belirlenmiş olup bu durumun peynirlerin sahip olduğu kuru madde değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu farklılıklar Tulum peynirin baskıya alınması sonucunda yeteri kadar suyun uzaklaştırılamaması, süt kompozisyonundaki farklılıklar ve deneysel hatalardan kaynaklanmış olabilir. Şekil 4.15.'te deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kuru maddede protein oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.15. Olgunlaşma süresince kuru maddede protein oranlarındaki değişim (%)

Çizelge 4.41. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede protein oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	1,568.005	1,568.005	261.240**
Hata 1	2	12.004	6.002	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	49.502	9.900	5.328*
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	49.503	9.901	5.328*
Hata 2	10	18.582	1.858	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun protein oranı (%) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41.'de verilmiştir. Çizelge 4.41.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin (p<0.01), olgunlaşma sürelerinin (p<0.05) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun (p<0.05) kuru maddede protein oranındaki (%) değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.42.'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kuru maddede protein oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	40.45±0.65^{c*}	55.21±2.84^{a*}	47.83±8.68^{ab}
15. gün	41.98±1.44^{c*}	56.16±0.76^{a*}	49.06±8.24^{a}
30. gün	38.90±2.39^{cd*}	50.55±0.53^{b*}	44.72±6.87^{c}
60. gün	35.83±0.08^{d*}	55.79±3.15^{a*}	45.81±11.66^{bc}
90.gün	36.67±0.00^{d*}	55.28±0.00^{a*}	45.98±10.74^{bc}
120. gün	37.19±1.78^{d*}	55.04±0.60^{a*}	46.11±10.36^{bc}
Genel	38.50±0.71^{B}	54.69±0.71^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler p<0.01 düzeyinde önemli, küçük harfler p<0.05 düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek kuru maddede protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek kuru maddede protein oranı olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerinde belirlenmiştir (p<0.05). Olgunlaşma süresinin 15. gününden sonra kuru maddede protein oranında azalma gözlemlenmiştir. Çağlar ve Çakmakçı (1998) peynirlerde gerçekleşen proteoliz

nedeniyle protein oranında azalma olduğunu bildirmişlerdir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş olup en yüksek kuru maddede protein değeri olgunlaşma süresinin 0., 15., 60., 90. ve 120. günlerinde keçi Tulum peynirinde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. günü dışında kuru maddede protein oranı sabit olarak gözlemlenmiştir. Karaca (2007) de olgunlaşma süresi boyunca kuru madde protein oranının sabit olduğunu bildirmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerinde yakın değerler elde edilmişken; olgunlaşma süresinin 30., 60., 90. ve 120. günlerine ait değerler bu değerlerden farklı fakat birbirleri arasında ise yakın olarak bulunmuştur ($p<0.05$). Peynir örneklerinden elde edilen kuru maddede protein değerlerindeki farklılık; kullanılan süt tipine bağlı olarak bileşimlerindeki farklılıktan, ortamdaki mikrofloranın ve enzimlerin farklı olmasından ve olgunlaşma boyunca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların farklı seyirde nüksetmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca kuru maddede protein oranı örneklerin sahip olduğu kuru madde ve protein değerlerine bağlı olarak değişmektedir.

4.1.14. Suda çözünen azot oranı (%)

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince suda çözünen azot oranında belirlenen değişim Çizelge 4.43.'te gösterilmiştir.

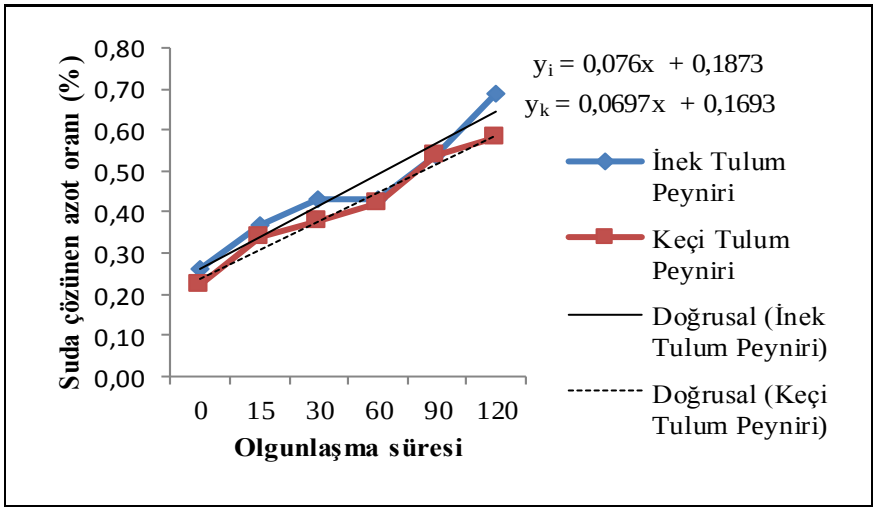
Çizelge 4.43. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince suda çözünen azot oranındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	0.26	0.37	0.43	0.43	0.54	0.69
Keçi Tulum Peyniri	0.22	0.34	0.38	0.42	0.54	0.58

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Suda çözünen azot oranının olgunlaşmanın ilk gününde inek Tulum peynirinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca inek Tulum peyniri suda çözünen azot oranı bakımından hakimiyetini korumuştur. Emirmustafaoğlu ve Coşkun (2012) inek sütünden üretilen peynirlerdeki suda çözünen azot miktarının keçi peynirlerine göre yüksek olduğunu bildirmiştir. Suda çözünen azot oranı her iki Tulum peynirinde de olgunlaşma boyunca artış göstermiştir. Bu durumun kazeinin hidrolizinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca suda

çözünen azot oranında artış inek Tulum peynirinde daha yüksektir. Şekil 4.16.'da deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen suda çözünen azot oranında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.16. Olgunlaşma süresince suda çözünen azot oranındaki değişim (%)

Şekil 4.16.'dan da anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresi boyunca suda çözünen azot oranında artış belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 60. ve 90. günleri arasında suda çözünen azot oranındaki artış her iki peynirde de paralellik göstermektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun suda çözünen azot oranı (%) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.44.'te verilmiştir. Çizelge 4.44.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ve peynir tipleri ile olgunlaşma sürelerine ait interaksiyon önemsiz bulunmuş olup ($p>0.05$) olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) suda çözünen azot oranındaki (%) değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince suda çözünen azot oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	0.010	0.010	5.938^{ns}
Hata 1	2	0.003	0.002	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	0.379	0.076	95.130**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.008	0.001	1.908^{ns}
Hata 2	10	0.008	0.001	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.45.'te verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince suda çözünen azot oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Süt Türü		
	İnek Tulum Peyniri	***Keçi Tulum Peyniri***	***Genel***
0. gün	0.26±0.01	0.22±0.04	0.24±0.03[D]
15. gün	0.37±0.01	0.34±0.00	0.36±0.02[C]
30. gün	0.43±0.01	0.38±0.01	0.40±0.03[C]
60. gün	0.43±0.00	0.42±0.00	0.43±0.01[C]
90.gün	0.54±0.00	0.54±0.00	0.54±0.00[B]
120. gün	0.69±0.10	0.58±0.02	0.63±0.08[A]
Genel	0.45±0.01	0.41±0.01	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı ifade etmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon da istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşma süresi sonunda ortalama suda çözünen azot oranı % 0.63 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 15., 30. ve 60. günlerine ait suda çözünen azot değerleri aynı bulunmuştur. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca suda çözünen azot oranında artış tespit edilmiştir. Bu durumun olgunlaşma süresi ile beraber Tulum peynirlerinde proteoliz reaksiyonunun artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Peynirde olgunlaşma süresi boyunca gerçekleşen proteoliz reaksiyonu ile kazeinin hidrolizi sonucunda meydana gelen peptidlerin ,ortamda bulunan enzimler ile suda çözünür formdaki küçük molekül ağırlıklı peptidlere, serbest amino asitlere ve azotlu bileşiklere parçalandığı bildirilmiştir (Gürsoy, 2005). Tavaria ve ark. (2004), Karaca (2007) ve Sert (2011) de olgunlaşma süresi boyunca suda çözünen azot oranında artış belirlemiştir.

4.1.15. Olgunlaşma derecesi

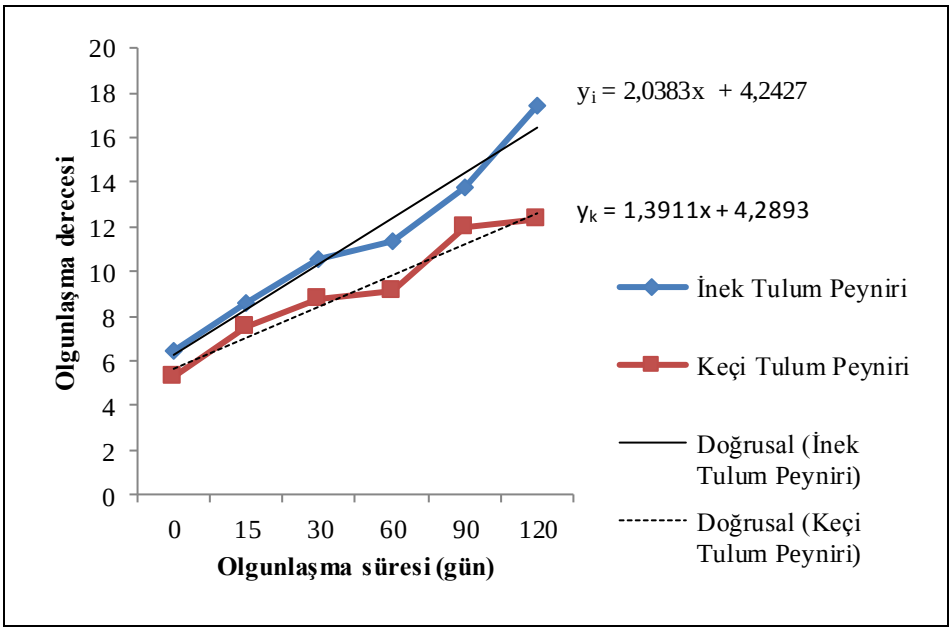
Çizelge 4.46. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince olgunlaşma derecesi değerlerindeki değişim*

PeynirTipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	6.46	8.60	10.58	11.38	13.78	17.46
Keçi Tulum Peyniri	5.29	7.52	8.79	9.08	11.97	12.30

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince olgunlaşma derecesi değerlerinde belirlenen değişim Çizelge 4.46.'da gösterilmiştir.

Olgunlaşmanın ilk gününde inek Tulum peynirindeki olgunlaşma derecesi daha yüksek bulunmuştur. Çizelge 4.46'dan da anlaşılacağı gibi olgunlaşma derecesi olgunlaşma süresi boyunca artış göstermektedir. Dolayısıyla olgunlaşma derecesi ile olgunlaşma süresi arasında bir korelasyon olduğu düşünülebilir. Şekil 4.17.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen olgunlaşma derecelerinde olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.17. Olgunlaşma süresince olgunlaşma derecesi değerlerindeki değişim (%)

Şekil 4.17.'den anlaşılacağı gibi inek Tulum peynirinin olgunlaşma derecesi olgunlaşma süresi boyunca keçi Tulum peynirine göre daha yüksek seyretmiştir. Olgunlaşma süresinin 120. gününde olgunlaşma derecesindeki artış oranı, inek Tulum peynirinde keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Peynirlerde olgunlaşma derecesinin olgunlaşma süresi boyunca artış göstermesi, peynirlerin florasında bulunan rennin ve mikrobiyal enzimlerden kaynaklanan proteolitik aktivitenin devam ettiğini göstermektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun olgunlaşma derecesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.47.'de verilmiştir. Çizelge 4.47.'den de

anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) olgunlaşma derecesindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.47. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince olgunlaşma derecesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	29.593	29.593	171.497**
Hata 1	2	0.345	0.173	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	210.436	42.087	136.468**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	11.425	2.285	7.409**
Hata 2	10	3.084	0.308	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.48.'de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince olgunlaşma derecesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$6.46\pm0.34^{FG*}$	$5.29\pm0.74^{G*}$	5.87 ± 0.83^{E}
15. gün	$8.60\pm0.04^{E*}$	$7.51\pm0.06^{EF*}$	8.06 ± 0.62^{D}
30. gün	$10.58\pm0.47^{CD*}$	$8.79\pm0.04^{DE*}$	9.68 ± 1.07^{C}
60. gün	$11.38\pm0.00^{C*}$	$9.08\pm0.52^{DE*}$	10.23 ± 1.36^{C}
90.gün	$13.78\pm0.00^{B*}$	$11.97\pm0.00^{BC*}$	12.88 ± 1.05^{B}
120. gün	$17.46\pm1.50^{A*}$	$12.30\pm0.13^{BC*}$	14.88 ± 3.11^{A}
Genel	11.38 ± 0.12^{A}	9.15 ± 0.12^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). İnek sütünden üretilen Tulum peynirinin daha yüksek olgunlaşma derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Sert (2011) de inek Tulum peynirindeki olgunlaşma derecesinin keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Olgunlaşma derecesine ait veriler Çakmakçı ve Kurt (1993)'un araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Olgunlaşma süresinin 30. ve 60. günlerdeki olgunlaşma derecesi aynı değerlere sahip bulunmuştur. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca olgunlaşma derecesi artmıştır ($p<0.01$). Çakmakçı ve Kurt (1993), Tarakçı ve ark. (2005), Arslaner (2008) ve Sert (2011) de yaptıkları çalışmalarda olgunlaşma derecesinin olgunlaşma süresi ile beraber arttığını bildirmiştir. Olgunlaşma

derecesindeki değişimin azotlu bileşiklerin suda çözünür forma geçmesiyle doğrusal bir ilişkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Gürsoy, 2005). Bu araştırmada suda çözünen azot oranına ait değerlerin olgunlaşma derecesine yansıdığı gözlemlenmiştir. Peynir tipi ile olgunlaşma süresine ait interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup en yüksek olgunlaşma derecesi inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 120. gününde gözlemlenmiştir ($p<0.01$). Bununla beraber en düşük olgunlaşma derecesi ise inek ve keçi Tulum peynirlerinin olgunlaşma sürelerinin ilk gününde belirlenmiştir. Peynir örneklerinin olgunluk derecelerinde görülen farklılık; doğal süt enzimlerinin ve peynirde bulunan mikrofloradan kaynaklanan enzimlerin tipi, miktarı ve aktivite oranlarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.1.16. Kazein azotu oranı (%)

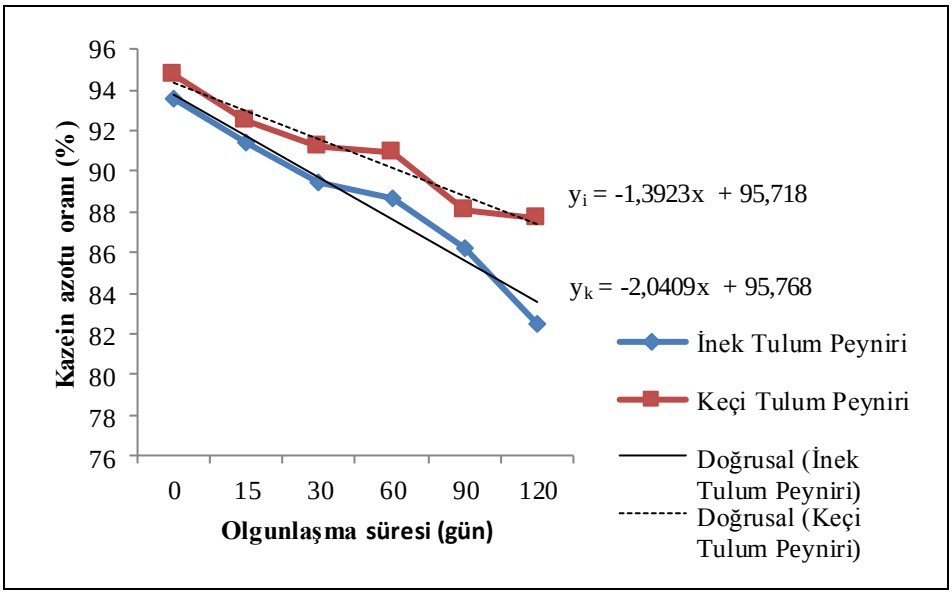
Çizelge 4.49. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kazein azotu oranlarındaki değişim (%)*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)						Olgunlaşma Süresine Bağlı Olarak % Değişim
	0.	15.	30.	60.	90.	120.	
İnek Tulum Peyniri	93.54	91.41	89.43	88.62	86.22	82.53	11.77
Keçi Tulum Peyniri	94.71	92.49	91.22	90.92	88.03	87.70	7.40

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin kazein azotu oranlarında belirlenen değişim Çizelge 4.49.'da gösterilmiştir. Bu bölümde toplam azot içerisindeki kazein azotu oranları değerlendirilmiştir.

Olgunlaşmanın ilk gününde keçi peynirinde kazein azotu kısmen daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma süresi ile beraber kazein azotu oranında düşme gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda kazein azotu oranı inek Tulum peynirinde daha yüksek seviyede azalmıştır (% 11.77). Şekil 4.18.'de deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kazein azotu oranlarında olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen değişim görülmektedir.



Şekil 4.18. Olgunlaşma süresince kazein azotu oranlarındaki değişim (%)

Şekil 4.18.'den de anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresi boyunca keçi Tulum peyniri daha yüksek kazein azotu oranına sahip olmuştur. Bu durumun inek ve keçi sütünün içerdikleri kazein çeşidinden ve miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kazein azotu oranı (%) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.50.'de verilmiştir. Çizelge 4.50.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) kazein azotu oranındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.50. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kazein azotu oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	29.637	29.637	168.516**
Hata 1	2	0.352	0.176	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	210.621	42.124	135.013**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	11.484	2.297	7.361**
Hata 2	10	3.120	0.312	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.51.'de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kazein azotu oranlarına (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	93.54±0.34^{AB*}	94.72±0.74^{A*}	94.13±0.83^{A}
15. gün	91.41±0.04^{C*}	92.49±0.06^{BC*}	91.95±0.62^{B}
30. gün	89.43±0.47^{DE*}	91.22±0.04^{CD*}	90.32±1.07^{C}
60. gün	88.62±0.00^{E*}	90.93±0.52^{CD*}	89.77±1.36^{C}
90.gün	86.22±0.00^{F*}	88.03±0.00^{EF*}	87.13±1.05^{D}
120. gün	82.53±1.51^{G*}	87.71±0.13^{EF*}	85.11±3.11^{E}
Genel	88.62±0.12^{B}	90.85±0.12^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek kazein azotu oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Tulum peyniri örneklerinden elde edilen kazein azotu oranı verileri Karaca (2007)'nın araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Olgunlaşma süresinin 30. ve 60. günlerindeki kazein azotu değeri aynı bulunmuştur. Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca kazein azotu oranında azalma belirlenmiştir ($p<0.01$). Kazein azotunun olgunlaşma süresi boyunca azalması α- ve β-kazeinin hidrolize olup peptidlere ve amino asitlere parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Yıldırım (1991) ve Yaşar (2007) da olgunlaşma süresi boyunca kazein oranında azalma tespit etmiştir. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi interaksiyonunun kazein azotu oranı üzerine etkisi önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek kazein azotu oranı inek ve keçi Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresinin ilk gününde tespit edilmiştir. Bununla beraber en düşük kazein azotu oranı ise inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 15., 30. ve 60. günlerindeki değerler benzer bulunurken, 90. ve 120. günlerindeki değerler de birbirine yakın çıkmıştır. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresine bağlı olarak kazein azotu oranında azalma söz konusudur. İnek Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. ve 60. günlerindeki değerler benzer şekilde bulunmuş olup gene aynı şekilde olgunlaşma süresine bağlı olarak kazein azotu oranında azalma görülmüştür. İnek sütünde α-kazein oranı yüksekken keçi sütünde β-kazein oranının yüksek olduğu bildirilmiştir (Coşkun ve Öndül, 2004). Dolayısıyla kazein azotu oranlarındaki farklılık inek ve keçi sütündeki kazeinlerle ilişkilendirilebilir. Ayrıca kazein azotu oranındaki

farklılığın peynirlerde bulunan kazeinin hidrolizinde rol alan enzimlerin çeşitlerindeki, miktarlarındaki ve aktivitelerindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Tulum Peyniri Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinde belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri sayısında, laktobasil sayısında, laktokok sayısında, maya ve küf sayısında ve koliform grubu bakteri sayısında belirlenen değişim Çizelge 4.52.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.52. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince toplam aerobik mezofilik bakteri, laktobasil, laktokok, maya ve küf ve koliform grubu bakteri sayısındaki (log kob/g) değişim*

Peynir Tipi		Olgunlaşma Süresi (gün)					
		0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	TAMB[1]	7.03	7.83	9.47	8.49	8.23	8.49
	LB[1]	7.50	6.91	5.73	6.12	6.37	7.28
	LC[1]	7.50	7.19	7.48	9.03	7.86	8.24
	K[1]	-	-	-	-	-	-
	MK[1]	4.46	4.46	5.74	2.75	3.85	5.89
Keçi Tulum Peyniri	TAMB[1]	8.91	8.91	8.70	9.38	9.57	9.41
	LB[1]	6.24	8.43	6.38	8.45	8.82	8.58
	LC[1]	8.81	8.70	8.42	9.09	9.21	8.39
	K[1]	6.14	-	-	-	-	-
	MK[1]	1.30	4.35	5.36	5.58	5.18	6.66

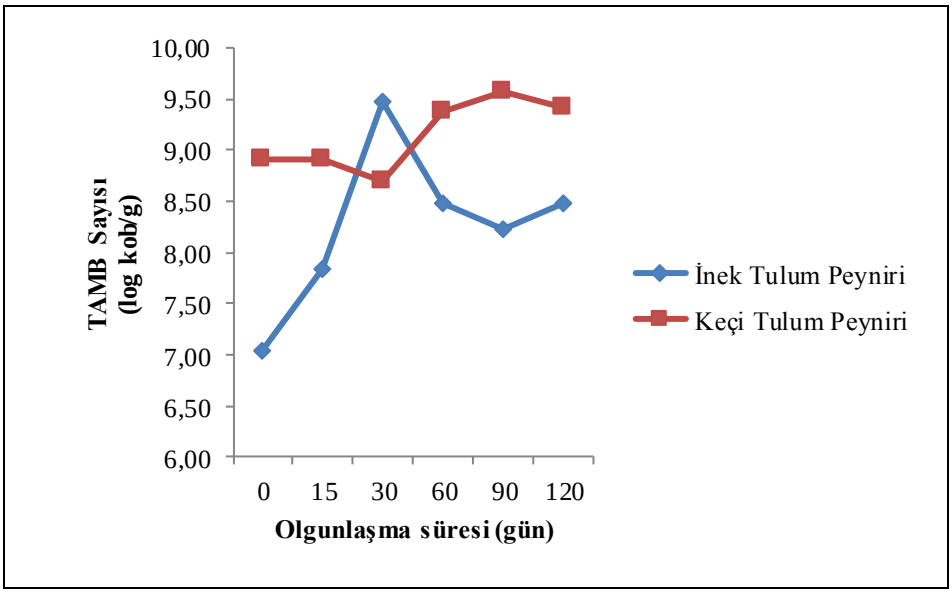
* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.
[1]**TAMB:** Toplam aerobik mezofilik bakteri, **LB:** Laktobasil**, LC:** Laktokok**, K:** Koliform**, MK:** Maya ve Küf

4.2.1. Toplam aerobik mezofilik bakterilerin sayısı (log kob/g)

Deneme tulum peyniri örneklerinde belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı Çizelge 4.52'de gösterilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, peynir örneklerinde belirlenen TAMB sayısı 7.03 log kob/g ile 9.57 log kob/g arasında değişmiştir. g arasında değişmiştir. Deneme Tulum peyniri örneklerinde en düşük TAMB sayısı (7.03 log kob/g) ile olgunlaşmanın 0. gününde inek Tulum peyniri örneğinde, en yüksek TAMB sayısı (9.57 log kob/g) ise olgunlaşmanın 90. gününde keçi Tulum peyniri örneğinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresince

TAMB sayısında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.19. düzenlenmiştir.

Şekil 4.19.'dan da anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresi boyunca TAMB sayısı dalgalı bir seyir izlemiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar TAMB sayısı hızlı bir şekilde artış göstermiş ve sonrasında düşmeye başlamıştır. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar TAMB sayısında azalma belirlenmiş olup olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra TAMB sayısında artış tespit edilmiştir. Keçi Tulum peynirinin TAMB sayısındaki en fazla artış olgunlaşma süresinin 60. gününde gözlemlenmiştir.



Şekil 4.19. Olgunlaşma süresince TAMB sayısındaki değişim (%)

Genel olarak her iki Tulum peynirindeki TAMB sayısı olgunlaşma süresinin başına göre daha yüksek bulunmuştur. Keçi Tulum peyniri olgunlaşma süresinin 30. günü dışında olgunlaşma süresi boyunca inek Tulum peynirine göre daha yüksek TAMB sayısına sahiptir. TAMB sayısındaki farklılığın; peynirlerin içerdiği nem oranının, tuz oranının ve mikroorganizmaların gelişimini sürdürebilmeleri için gerekli besin öğelerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun TAMB sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.53.'te verilmiştir. Çizelge 4.53.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait

interaksiyonun ($p<0.01$) TAMB sayısındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince TAMB gelişimine (log kob/g) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	4.726	4.726	115.068**
Hata 1	2	0.082	0.041	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	3.814	0.763	11.177**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	3.990	0.798	11.691**
Hata 2	10	0.683	0.068	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.54.'te verilmiştir.

Çizelge 4.54. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince TAMB gelişimine (log kob/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$7.03\pm0.15^{E*}$	$8.91\pm0.02^{ABC*}$	7.97 ± 1.09^{C}
15. gün	$7.83\pm0.48^{DE*}$	$8.91\pm0.09^{ABC*}$	8.37 ± 0.68^{BC}
30. gün	$9.47\pm0.00^{A*}$	$8.70\pm0.39^{ABCD*}$	9.08 ± 0.50^{A}
60. gün	$8.50\pm0.00^{BCD*}$	$9.38\pm0.14^{AB*}$	8.94 ± 0.52^{AB}
90.gün	$8.23\pm0.00^{CD*}$	$9.57\pm0.057^{A*}$	8.90 ± 0.77^{AB}
120. gün	$8.49\pm0.00^{BCD*}$	$9.41\pm0.57^{A*}$	8.95 ± 0.62^{AB}
Genel	8.26 ± 0.06^{B}	9.14 ± 0.06^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek TAMB sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Sert (2011) de keçi Tulum peynirindeki TAMB sayısını inek Tulum peynirinden fazla bulmuştur. Elde edilen TAMB sayısı değerleri Arslaner (2008)'in yaptığı çalışmadaki değerlere benzerlik göstermektedir. Olgunlaşma süresinin 15. gününe kadar TAMB sayısının sabit olduğu gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 30. gününde TAMB sayısında önemli bir artış gözlemlenmiştir ($p<0.01$). Bu durum, olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerdeki peynir içeriğinin toplam aerobik mezofilik bakterilerin gelişimi için uygun olduğunu göstermektedir. Tarakçı ve ark. (2005) ve

Arslaner (2008) de 30. olgunlaşma gününe kadar TAMB sayısında artış belirlemiştir. Olgunlaşma süresinin 30., 60.,, 90. ve 120. günlerine ait TAMB sayısı benzer bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin 30. gününden itibaren TAMB gelişiminin aynı değerlerde bulunması, ortamda lize olan ve gelişen bakteri sayılarının eşit olmasından, ortamdaki pH'nın ve bakteriyal metabolitlerin toplam aerobik mezofilik bakteri gelişimini inhibe edici özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

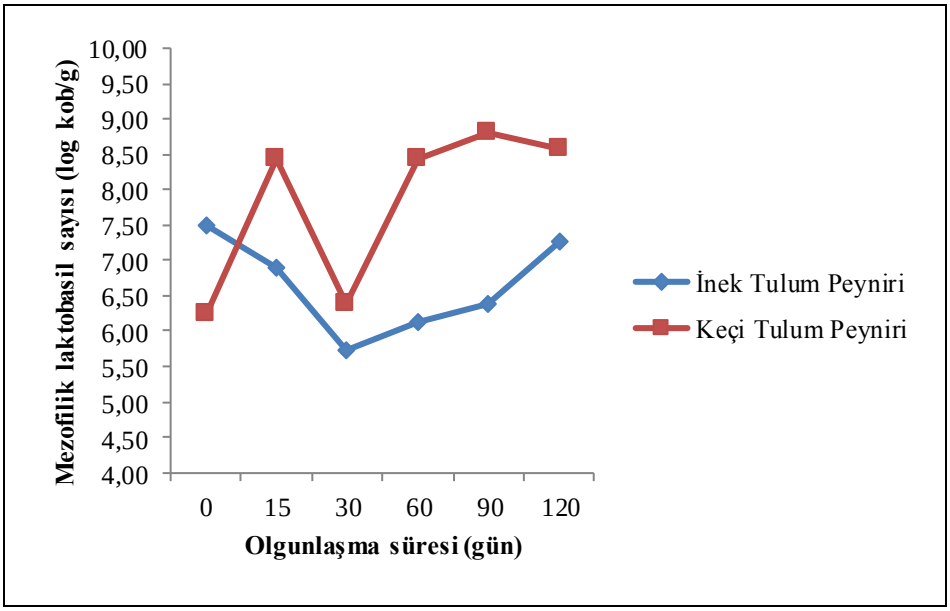
Peynir tipi ile olgunlaşma süresine ait interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek TAMB sayısı olgunlaşma süresinin 30. gününde inek Tulum peynirinde ve olgunlaşma süresi boyunca keçi Tulum peynirinde belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresi boyunca TAMB sayısı sabit olarak belirlenmiştir. İnek Tulum peynirinde ise TAMB sayısı olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar artmış ve daha sonra düşmüştür. Bu azalma, peynirde asitliğin gelişmesi, ortamdaki nem oranının azalması ve kuru maddede tuz konsantrasyonunun artmasından kaynaklanmış olabilir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 60., 90. ve 120. günlerindeki TAMB sayısı sabit kalmıştır.

Bu araştırmada inek Tulum peynirine ait veriler, Çakır (2011), Dinkçi ve ark. (2012) ve Haki (2012)'nin değerlerine benzerlik gösterirken keçi Tulum peynirine ait değerler ise daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun keçi Tulum peynirinin üretiminde ısıl işlem kullanılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Peynir örneklerindeki TAMB sayısındaki farklılığın; sütün başlangıçtaki mikrobiyolojik yükünün farklı olmasından, örneklerin içerdikleri rutubet oranının ve besin maddeleri oranın farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2. Laktobasil sayısı (log kob/g)

Deneme tulum peyniri örneklerinde belirlenen laktobasillerin sayısı Çizelge 4.52.'de gösterilmiştir. Bu bölümde anaerobik mezofilik laktobasiller değerlendirilmiştir. Olgunlaşma süresinin başında inek Tulum peynirinde daha yüksek sayıda mezofilik laktobasil gözlenmiş olgunlaşma süresi sonunda ise keçi Tulum peynirindeki mezofilik laktobasil sayıları daha yüksek bulunmuştur. İnek Tulum peyniri üretiminde gerçekleştirilen ısıl işlem uygulamasından dolayı mezofilik laktobasil sayısının daha düşük olduğu düşünülmektedir. Olgunlaşma süresince mezofilik laktobasil sayısında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.20. düzenlenmiştir. Mezofilik laktobasiller starter olmayan laktik asit bakterileri grubuna

dahil edilmiş olup çoğu peynir çeşidinde olgunlaşma sırasında starter olmayan laktik asit bakterilerin grubunun önemli bir kısmını oluşturduğu bildirilmiştir (Cogan ve ark., 1997). Mezofilik laktobasillerin glikozit hidrolaz aktivitesine sahip olduğu (Williams ve Banks, 1997) ve enerji kaynağı olarak yağ globülü membranlarındaki şekerden yararlanabileceği (Fox ve ark., 1998) bildirilmiştir.



Şekil 4.20. Olgunlaşma süresince mezofilik laktobasil sayısındaki değişim (%)

İnek Tulum peynirinde mezofilik laktobasil sayısı olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar azalmış ve daha sonra olgunlaşma süresi ile beraber artmaya başlamıştır. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar mezofilik laktobasil değerlerinde dalgalanmalar görülürken olgunlaşma süresinin 30. gününden sonraki mezofilik laktobasil değerleri yaklaşık olarak benzer bulunmuştur. Olgunlaşma süresi sonunda mezofilik laktobasil sayıları inek Tulum peynirinde başlangıca yakın sayıda bulunurken keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşmanın ilk gününden yüksek bulunmuştur.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun mezofilik laktobasil sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.55.'te verilmiştir. Çizelge 4.55.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) mezofilik laktobasil sayısındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.55. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince mezofilik laktobasil sayılarına (log kob/g) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	8.132	8.132	73.080*
Hata 1	2	0.223	0.111	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	9.303	1.861	19.882**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	9.288	1,858	19.850**
Hata 2	10	0.936	0.094	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.56.'da verilmiştir.

Çizelge 4.56. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince mezofilik laktobasil sayılarına (log kob/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$7.50\pm0.19^{BC*}$	$6.24\pm0.21^{DEF*}$	6.87 ± 0.74^{B}
15. gün	$6.91\pm0.94^{CDE*}$	$8.43\pm0.01^{AB*}$	7.67 ± 1.03^{A}
30. gün	$5.73\pm0.42^{F*}$	$6.38\pm0.31^{DEF*}$	6.06 ± 0.42^{C}
60. gün	$6.12\pm0.05^{EF*}$	$8.45\pm0.04^{AB*}$	7.28 ± 1.35^{AB}
90.gün	$6.37\pm0.00^{DEF*}$	$8.82\pm0.21^{A*}$	7.59 ± 1.42^{A}
120. gün	$7.28\pm0.00^{CD*}$	$8.58\pm0.30^{A*}$	7.93 ± 0.77^{A}
Genel	6.65 ± 0.10^{b}	7.81 ± 0.10^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler p<0.01 düzeyinde önemli, küçük harfler p<0.05 düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek mezofilik laktobasil sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Sert (2011) de keçi Tulum peynirindeki mezofilik laktobasil sayısını inek Tulum peynirine göre daha yüksek bulmuştur. Bu durumun keçi Tulum peynirin içerdiği besin maddelerinin mezofilik laktobasiller için daha uygun olmasından ve peynirin mikrobiyal yükündeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresinin 15., 60., 90. ve 120. günlerine ait mezofilik bakteri sayısı benzer bulunmuştur ve bu dönemlerdeki mezofilik laktobasil sayısı diğer olgunlaşma günlerine göre daha yüksektir. En düşük mezofilik laktobasil sayısı olgunlaşma süresinin 30. gününde gözlemlenmiştir (p<0.01). Olgunlaşma süresinin 15. gününden sonra mezofilik laktobasil sayısında düşüş belirlenmiş olup mezofilik laktobasil sayısı olgunlaşma süresinin 60. gününde artış göstermiştir. Olgunlaşma

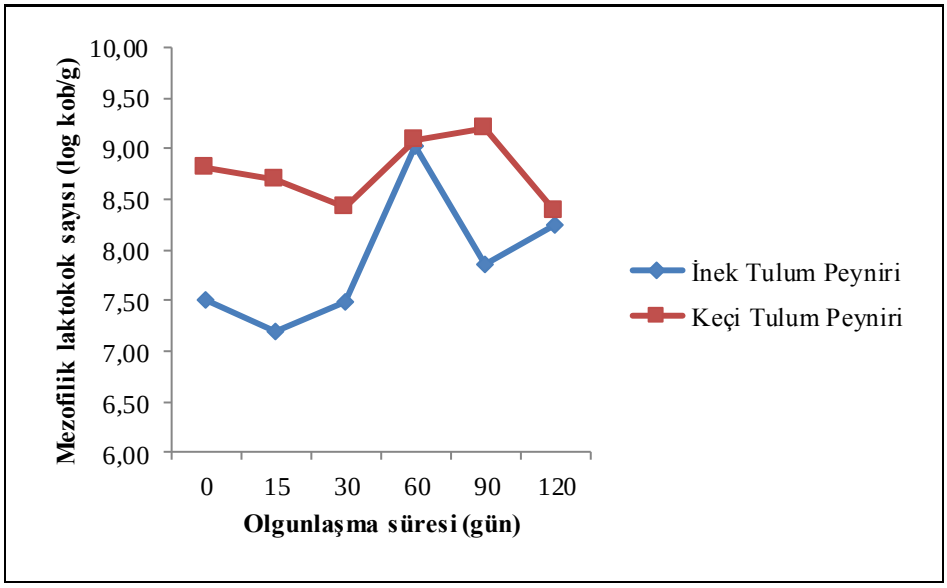
süresinin 15., 60., 90. ve 120. günlerindeki mezofilik laktobasil sayıları aynı bulunmuştur. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş ($p<0.01$) olup en yüksek mezofilik laktobasil sayısı keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 60., 90. ve 120. günlerinde belirlenmiştir. Peynir tipi ve olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyonda en düşük mezofilik bakteri sayısına ise olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerinde inek Tulum peynirinde ve olgunlaşma süresinin 0. ve 30. günlerinde keçi Tulum peynirinde rastlanmıştır. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. ve 30. günlerine ait mezofilik laktobasil sayıları diğer olgunlaşma günlerinden önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($p<0.01$). İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününde mezofilik laktobasil sayısında azalma belirlenmiş olup, olgunlaşma süresinin 120. gününde ise artış gözlemlenmiştir. Bu araştırmadaki inek Tulum peynirine ait değerler Arslaner (2008), Sert (2011) ve Dinkçi ve ark. (2012)'na ait değerlerle benzerlik gösterirken keçi Tulum peynirine ait mezofilik laktobasil sayıları ise bu araştırmaların sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Mezofilik laktobasil sayısı bakımından keçi Tulum peynirinin daha yüksek değerlere sahip olmasının; keçi sütünün başlangıçtaki mikrobiyolojik yükünün daha yüksek olmasından, üretiminde ısıl işlem kullanılmamasından ve besinsel içeriğinin mezofilik laktobasiller için daha elverişli kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.3. Laktokok sayısı (log kob/g)

Deneme tulum peyniri örneklerinde belirlenen laktokok sayısı Çizelge 4.52'de gösterilmiştir. Bu bölümde mezofilik aerobik laktokoklar değerlendirilmiştir. Genel olarak mezofilik laktokok sayısı keçi Tulum peynirinde daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin sonunda inek Tulum peynirindeki laktokok sayısı başlangıca göre yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma süresince mezofilik laktokok sayısında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.21. düzenlenmiştir.

Olgunlaşma süresinin 15. günü dışında keçi Tulum peynirlerindeki mezofilik laktobasil ve mezofilik laktokok sayısı benzer bir değişime sahip olmuştur. İnek Tulum peynirinde ise 30. ve 90. günler dışındaki olgunlaşma günlerindeki mezofilik laktobasil ve mezofil laktokok sayısı benzer değişim göstermiştir. Peynirde aroma oluşumu üzerine laktokok ve laktobasil ilişkisini araştıran Kieronczyk ve ark. (2003), laktobasil bakterisi tarafından amino asitlerin keto ve hidroksi asitlere dönüştürmesinden sonra, bu oluşan bileşiklerin *Lactococcus* suşu tarafından karboksilik asitlere dönüştürüldüğünü

ve dolayısıyla bu iki bakteri sayısında olgunlaşma süresi boyunca bir etkileşim olduğunu öne sürmüştür. Diğer taraftan Çelik ve Uysal (2009) olgunlaşma süresi boyunca Laktokok sayısında azalma ve Laktobasil sayısında artma belirlemiştir.



Şekil 4.21. Olgunlaşma süresince mezofilik laktokok sayısındaki değişim (%)

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun mezofilik laktokok sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.57.'de verilmiştir. Çizelge 4.57.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) mezofilik laktokok sayısındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.57. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince mezofilik laktokok sayılarına (log kob/g) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	4.708	4.708	96.57**
Hata 1	2	0.098	0.049	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	3.575	0.715	11.895**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	2.006	0.401	6.675**
Hata 2	10	0.601	0.060	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.58.'de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek mezofilik laktokok sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Sert (2011) keçi Tulum peynirine ait mezofilik laktokok sayısını inek Tulum peynirine göre daha yüksek bulmuştur.

Çizelge 4.58. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince mezofilik laktokok sayılarına (log kob/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$7.50\pm0.71^{DE*}$	$8.81\pm0.42^{AB*}$	8.16 ± 0.86^{B}
15. gün	$7.19\pm0.27^{E*}$	$8.70\pm0.01^{ABC*}$	7.95 ± 0.89^{B}
30. gün	$7.48\pm0.00^{DE*}$	$8.42\pm0.20^{ABC*}$	7.95 ± 0.56^{B}
60. gün	$9.03\pm0.23^{AB*}$	$9.09\pm0.16^{AB*}$	9.06 ± 0.17^{A}
90.gün	$7.86\pm0.00^{CDE*}$	$9.21\pm0.05^{A*}$	8.53 ± 0.78^{AB}
120. gün	$8.24\pm0.00^{BCD*}$	$8.39\pm0.06^{ABC*}$	8.31 ± 0.09^{B}
Genel	7.88 ± 0.06^{B}	8.77 ± 0.06^{A}	

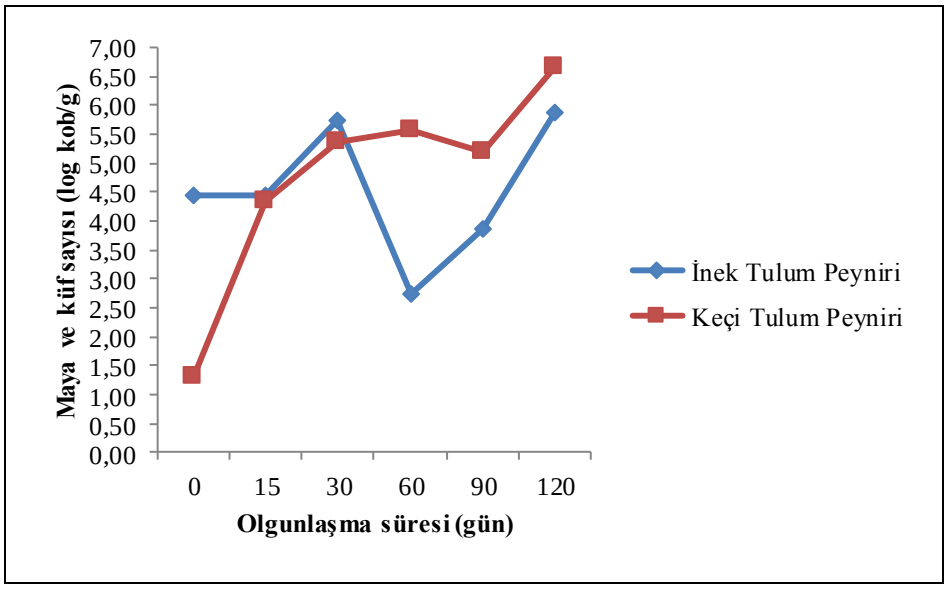
*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek laktokok sayısı olgunlaşma süresinin 60. ve 90. günlerinde belirlenmiştir ve diğer olgunlaşma günlerindeki laktokok sayısı aynı bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin 60. gününe ait değer, olgunlaşma süresinin 0., 15., 30. ve 120. günlerine ait değerlerden yüksek bulunmuştur ($p<0.01$). Genel olarak olgunlaşma süresi boyunca laktokok sayısına ait değerlerde sabitlik gözlemlenmiştir. Bu durumun lize olan ve gelişen laktokok dengesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ateş ve Patır (2001) ve Öner ve ark. (2005) da olgunlaşma süresi boyunca laktokok sayısında değişim olmadığını araştırmalarında belirtmişlerdir. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek laktokok sayısı inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 60. gününde ve keçi Tulum peynirinin belirlenen tüm olgunlaşma günlerinde tespit edilmiştir. İnek Tulum peynirinde laktokok sayısı olgunlaşma süresinin 60. gününde artmış ve olgunlaşma süresinin 90. gününde azalmıştır. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresi boyunca laktokok sayısı sabit kalmıştır. Her iki Tulum peynirinden de elde edilen mezofilik laktokok sayıları Sert (2011)'e ait verilerden yüksek bulunmuştur. İnek Tulum peynirine ait laktokok sayısı Öner ve ark. (2005), Dinkçi ve ark. (2012) ve Haki (2012)'ye ait değerlerle yakın

bulunurken keçi Tulum peynirindeki laktokok sayısı bu değerlerden yüksek bulunmuştur. Keçi Tulum peynirindeki laktokok sayısındaki farklılığın; prosesinde ısıl işlem kullanılmamasından, besin değerlerinin laktokoklar için daha elverişli olmasından ve keçi sütünün başlangıçtaki mikrobiyal yükündeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.4. Maya ve küf sayısı (log kob/g)

Peynir olgunlaşması sırasındaki sekonder floranın starter olmayan laktik asit bakterilerinden, diğer bakteri gruplarından, mayalardan ve küflerden oluştuğu bildirilmiştir (Beresford ve ark., 2001). Deneme tulum peyniri örneklerinde belirlenen maya ve küf sayısı Çizelge 4.52'de gösterilmiştir. İnek Tulum peynirine ait maya ve küf sayısı değerleri olgunlaşma boyunca dalgalı bir seyir izlemiş olup olgunlaşma sonunda maya ve küf sayısında artış belirlenmiştir. Genel olarak keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresine bağlı olarak maya ve küf sayısında artış tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresince maya ve küf sayısında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.22. düzenlenmiştir.



Şekil 4.22. Olgunlaşma süresince maya ve küf sayısındaki değişim (%)

Şekil 4.22.'den de anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresinin 15. gününe kadar maya ve küf sayısındaki değişim keçi Tulum peynirinde daha fazla olmuştur. Olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar her iki Tulum peyniri de yaklaşık benzer miktarlarda artış

göstermiştir. Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresinin 60. ve 90. günlerindeki maya ve küf sayısı ters orantılı şekilde değişmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda ise her iki Tulum peynirinde de maya ve küf sayısında yaklaşık aynı oranlarda artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda maya ve küf sayısının artması; olgunlaşma süresinin 120. günündeki su aktivitesi değerinin maya ve küf gelişimi için uygun düzeyde olmasından ve peynirlerdeki besin içeriğin maya ve küf gelişimini desteklenmesine bağlanabilir. Genel olarak Tulum peynirlerinde olgunlaşma boyunca belirlenen su aktivitesi değeri mayaların ve küflerin için uygundur.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun maya ve küf sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.59.da verilmiştir. Çizelge 4.59.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tipleri maya ve küf sayısındaki değişim üzerinde önemli bulunmazken ($p>0.05$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve süt tipi ile olgunlaşma süresine ait interaksiyonun ($p<0.01$) maya ve küf sayısındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.59. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf sayılarına (log kob/g) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	0.273	0.273	6.066^{ns}
Hata 1	2	0.090	0.045	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	27.636	5.527	255.220**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	20.195	4.039	186.500**
Hata 2	10	0.217	0.022	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.60.'da verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşma süresinin 15., 60. ve 90. günlerindeki maya ve küf sayısı benzer bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar maya ve küf sayısında artış tespit edilmiş olup daha sonra düşüş gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda ise maya ve küf sayısında artış belirlenmiştir. Haki (2012) de olgunlaşma süresinin sonunda maya ve küf sayısında artış tespit etmiştir

Çizelge 4.60. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince maya ve küf sayılarına (log kob/g) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	4.46±0.04^{D*}	1.30±0.00^{F*}	2.88±1.82^{D}
15. gün	4.46±0.04^{D*}	4.35±0.50^{D*}	4.41±0.29^{C}
30. gün	5.74±0.00^{BC*}	5.36±0.00^{BC*}	5.55±0.22^{B}
60. gün	2.75±0.06^{E*}	5.58±0.22^{BC*}	4.16±1.63^{C}
90.gün	3.85±0.00^{D*}	5.18±0.23^{C*}	4.51±0.78^{C}
120. gün	5.89±0.00^{B*}	6.66±0.00^{A*}	6.28±0.45^{A}
Genel	4.52±0.06	4.74±0.06	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı ve kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı göstermektedir.

. En yüksek maya ve küf sayısı olgunlaşma süresinin 120. gününde tespit edilmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0., 15. ve 90. günlerindeki maya ve küf sayısı benzer bulunmuş olup en düşük maya ve küf sayısı olgunlaşma süresinin 60. gününde gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra inek Tulum peynirinde maya ve küf sayısı artış göstermiştir ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinde ise en düşük maya ve küf sayısı olgunlaşma süresinin ilk gününde belirlenirken en yüksek maya ve küf sayısı olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30., 60. ve 90. günlerine ait maya ve küf sayısı aynıdır. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) bu interaksiyonda en yüksek değer keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 120. gününde gözlenirken en düşük değer ise gene keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin ilk gününde belirlenmiştir.

Olgunlaşma süresince belirlenen maya ve küf sayısı Öner ve ark. (2005) ve Çakır (2011) çalışmalarındaki belirttiği değerlerle benzerlik gösterirken, Tekinşen ve ark. (1998), Arslaner (2008), Sert (2011) ve Dinkçi ve ark. (2012)'nın değerlerinden düşük bulunmuştur. Tulum peyniri örneklerinde belirlenen maya ve küf sayısında meydana gelen farklılıkların;

- Olgunlaşma boyunca seyreden su aktivitesi değerlerindeki farklılıktan,
- Mikrobiyal gelişimi inhibe edici metabolitlerin meydana gelmesinden,
- Mayaların ve küflerin gelişiminde kullanabileceği ortamdaki besin maddelerindeki farklılıktan,
- Sütlerin sahip olduğu başlangıç mikroflorasındaki farklılıktan,
- Keçi Tulum peynirinin üretiminde ısıl işlem uygulamasının kullanılmamasından,

- Üretim esnasında olası maya ve küf kontaminasyonlarından ve
- Peynirlerin Tuluma sıkı basılmaması sonucu Tulum içerisinde havanın kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

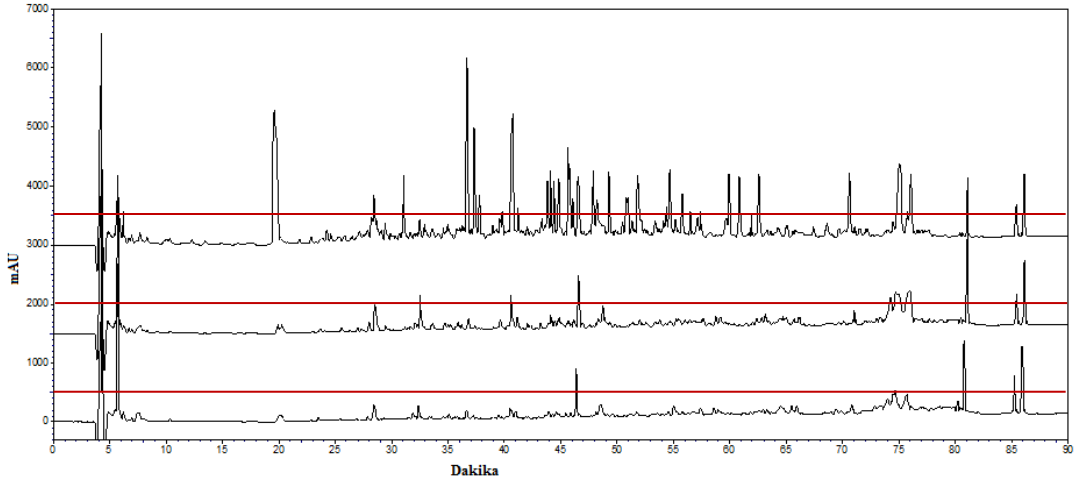
Mikrobiyal analizlerde maya ve küf gelişiminin diğer bakteri gruplarına göre farklı seyir izlemesi; mayaların ve küflerin daha geniş aralıklı pH değerlerinde, a_w değerlerinde ve ısı derecelerinde gelişebildikleri için diğer mikroorganizmaların gelişemediği ortamlarda kolaylıkla çoğalabilme yeteneklerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Tekinşen ve ark., 1998).

4.2.5. Koliform bakteri sayısı (log kob/g)

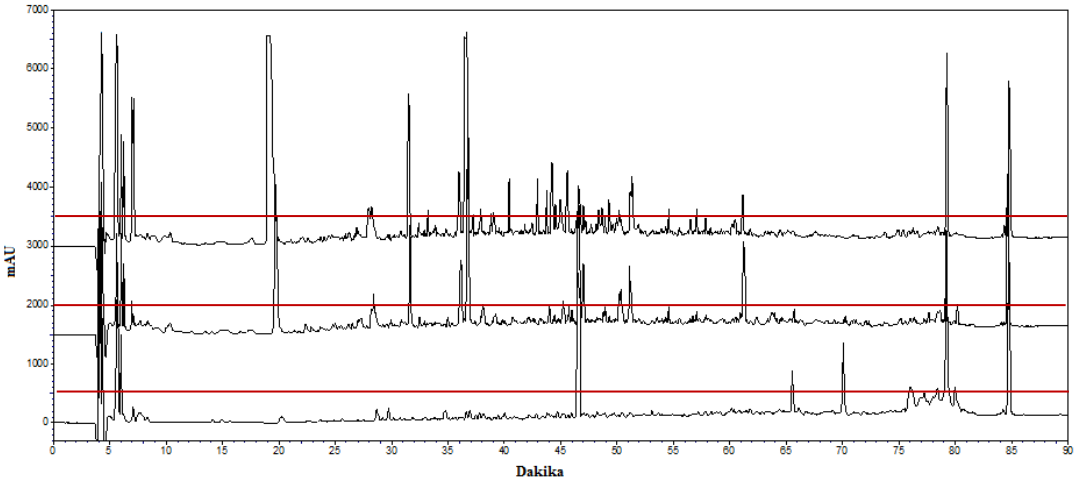
Deneme tulum peyniri örneklerinde belirlenen koliform bakteri sayısı Çizelge 4.52'de gösterilmiştir. Koliform bakteri, sadece keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin ilk gününde (6.14 log kob/g) gözlemlenmiştir. Bu durum keçi Tulum peynirinin ısıl işlem uygulaması gerçekleştirilmeden üretilmesinden kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma gününün başında belirlenen koliform bakteri sayısı Tekinşen ve ark. (1998) ve Arslaner (2008)'in belirlediği olgunlaşma süresinin ilk günündeki değer ile benzerlik göstermektedir. İnek Tulum peynirinde koliform bakteriye hiç rastlanmamışken keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin ilk günü dışındaki olgunlaşma günlerinde koliform bakteri belirlenmemiştir. Koliform bakterinin peynirlerde rastlanmaması ortamdaki laktik asit bakterisi ve küf gelişiminin koliform bakterinin gelişimini olumsuz etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir. Genel olarak Tulum peynirleri Tulum peyniri standardına uygunluk göstermektedir. Pekel ve Korukluoğlu (2009) ve Kargı Tulum peyniri çalışan Dinkçi ve ark. (2012) da çalışmalarında koliform bakteri belirlememiştir. Arıcı ve Şimşek (1991), Tekinşen ve ark. (1998), Ateş ve Patır (2001), Öner ve ark. (2005), Arslaner (2008) ve Sert (2011) araştırmalarında belirledikleri koliform bakteri sayısının olgunlaşma süresi ile birlikte azaldığını bildirmişlerdir. Koliform grubu bakteriler, genellikle tat ve yapıda meydana getirdiği bozukluklar ve hijyen durumunun olumsuz bir göstergesi olmaları nedeniyle peynirde bulunmaları istenmez.

4.3. Biyoaktif Peptidlerin Biyokimyasal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma

4.3.1. RP-HPLC metodu ile belirlenen biyoaktif peptid profili/pik sayısı



Şekil 4.23. İnek Tulum peynirinden elde edilen suda çözünebilir peptidler. Phenomenex jupiter C18 column kullanılmış olup ölçümler 214 nm'de yapılmıştır. Grafikler aşağıdan yukarıya doğru 0., 60. ve 120. günlerdeki peptid profilini göstermektedir.



Şekil 4.24. Keçi Tulum peynirinden elde edilen suda çözünebilir peptidler. Phenomenex jupiter C18 column kullanılmış olup ölçümler 214 nm'de yapılmıştır. Grafikler aşağıdan yukarıya doğru 0., 60. ve 120. günlerdeki peptid profilini göstermektedir.

Peynir olgunlaşması boyunca gerçekleşen proteolizin; rennin (koagülant), sütte bulunan enzimler, stater ve starter olmayan mikroorganizmalara ya da sekonder mikrofloraya ait enzimler ve ekzojen proteinaz ve peptidaz enzimleri ile katalizlendiği bildirilmiştir (Sousa ve ark., 2001). RP-HPLC ile Tulum peyniri örneklerinden elde

edilen suda çözünebilen biyoaktif peptid örneklerine ait sonuçlar Şekil 4.23. ve 4.24'te gösterilmiştir. Ölçümler 214 nm'de gerçekleştirilmiştir.

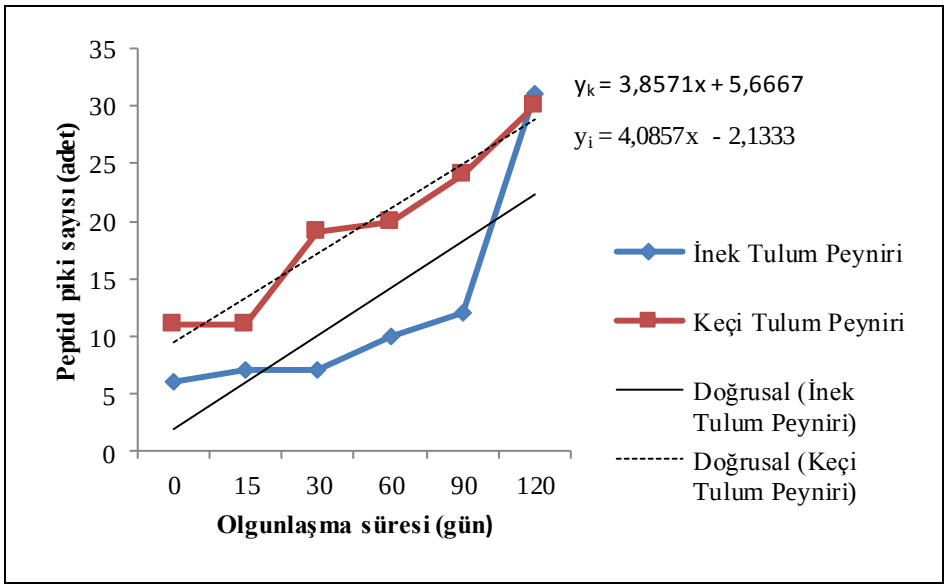
Şekillerde olgunlaşma süresinin 0., 60. ve 120. günlerinde suda çözünebilir peptidlerde belirlenen profil gösterilmiştir. En fazla çeşitlilik olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. RP-HPLC grafiklerinde 500 mAU'nun üzerindeki değerlerde belirgin peptid piki oluşumu gözlemlenmiştir. Bu nedenle 500 mAU'nun üzerinde pik sayısı hesaplanmıştır. Elde edilen pik sayıları olgunlaşma süreleri ile beraber Çizelge 4.61.'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen suda çözünebilen peptidlerin pik sayılarındaki (adet) değişim

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	6	7	7	10	12	31
Keçi Tulum Peyniri	11	11	19	20	24	30

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Her pikin farklı peptid çeşidini yansıttığı düşünülerek sonuçlar sayısal olarak değerlendirilmiştir. Çizelge 4.61.'den de anlaşılacağı gibi olgunlaşma süresi ile birlikte peptid sayılarında artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar peptid sayısı keçi Tulum peynirinde daha yüksek miktarda bulunurken olgunlaşma süresinin sonunda her iki Tulum peynirinin de yaklaşık aynı miktarda pik sayısına sahip olduğu görülmüştür. Keçi Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarının pik sayılarında belirlenen yüksek miktarlar, keçi sütündeki mikrofloranın ve olgunlaşma süresince gelişen mikrofloranın daha çeşitli ve aktif olmasından ayrıca keçi Tulum peynirinde daha fazla proteolitik enzim bulunmasından kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma süresince peptid piki sayılarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.25. düzenlenmiştir.



Şekil 4.25. Olgunlaşma süresince peptid sayısına (adet) ait değerlerdeki değişim

Şekil 4.25.'te görüldüğü gibi olgunlaşma süresinin 0., 15., 60. ve 90. günlerinde her iki Tulum peynirinin de benzer bir değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 30. günündeki keçi Tulum peynirindeki peptid sayısındaki değişim, aynı olgunlaşma süresinde bulunan inek Tulum peynirinin değişim değerinden fazla olmuştur. Olgunlaşma süresi boyunca peptid sayısındaki en yüksek değişim olgunlaşma süresinin 120. gününde inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi sonunda her iki Tulum peynirindeki peptid sayısının aynı olduğu görülmektedir. Bu durumun inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününden sonra proteolitik organizmaların gelişimlerinin yoğun bir şekilde gerçekleşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun peptid piki sayısı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.62.'de verilmiştir. Çizelge 4.62.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) peptid piki sayılarındaki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir

Çizelge 4.62. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen suda çözünebilen peptidlerin pik sayılarına (adet) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	294.000	294.000	1,764.000**
Hata 1	2	0.333	0.167	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	1,362.500	272.500	743.182**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	129.500	25.900	70.636**
Hata 2	10	3.667	0.367	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.63.'te verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). Keçi Tulum peynirinin daha yüksek sayıda peptid içerdiği belirlenmiştir. Bu durumun, kullanılan sütün bileşimindeki mikroflora farklılığından, peynirde proteolitik enzimlerin sayısındaki ve aktivitesindeki farklılıktan ve keçi Tulum peyniri prosesinde ısıl işlem kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi boyunca en fazla peptid sayısı olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir (p<0.01). Yani olgunlaşma süresinin 120. gününde yoğun bir proteoliz gerçekleşmiştir. Olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerindeki peptid sayısı benzer bulunmuştur. Olgunlaşma süresi boyunca peptid sayısı olgunlaşma süresinin 15. gününden itibaren artmaya başlamıştır. Sforza ve ark. (2012) Parmigiano-Reggiano peynirlerindeki oligopeptidlerin oluşumunun olgunlaşma zamanı ile paralellik gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca Kırmacı ve ark. (2014) Urfa peynirinde olgunlaşma süresi boyunca proteolizin arttığını belirtmiştir.

Çizelge 4.63. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen suda çözünebilen peptidlerin pik sayılarına (adet) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	5.50±0.71^{E*}	11.00±0.00^{D*}	8.25±3.20^{E}
15. gün	6.50±0.71^{E*}	10.50±0.71^{D*}	8.50±2.38^{E}
30. gün	7.00±0.00^{E*}	18.50±0.71^{C*}	12.75±6.65^{D}
60. gün	10.00±0.00^{D*}	20.00±0.00^{C*}	15.00±5.77^{C}
90.gün	12.00±0.00^{D*}	24.00±0.00^{B*}	18.00±6.93^{B}
120. gün	31.00±1.41^{A*}	30.00±0.00^{A*}	30.50±1.00^{A}
Genel	12.00±0.118^{B}	19.00±0.118^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Peptid sayısı üzerinde peynir tipi ile olgunlaşma süresi interaksiyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek peptid sayısı olgunlaşma süresinin 120. gününde inek ve keçi Tulum peynirlerinde belirlenmiştir. Bu interaksiyonda en düşük peptid sayısı ise inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0., 15. ve 30. günlerinde tespit edilmiştir. İnek Tulum peynirde olgunlaşma süresinin 60. ve 120. günlerindeki peptid sayılarında artış gözlemlenmiştir ($p<0.01$). İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0., 15. ve 30. günlerine ait peptid sayıları birbirleriyle benzer bulunurken, olgunlaşma süresinin 60. ve 90. günlerine ait peptid sayıları da birbiriyle benzerlik göstermiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30., 90. ve 120. günlerindeki peptid sayılarında artış belirlenmiştir ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerindeki peptid sayıları birbiriyle benzerlik gösterirken, olgunlaşma süresinin 30. ve 60. günlerine ait peptid sayıları da birbiriyle aynı bulunmuştur. Olgunlaşma süresine bağlı olarak peynirde kalan koagülanttaki (rennin) aktif enzimlerin ve plazminin ya da endojen proteolitik enzimlerin kazeinleri orta büyüklükteki (oligopeptidler gibi) peptidlere parçaladığı ve bu peptidlerin de starter ve starter olmayan laktik asit bakterilerine ve sekonder floraya ait proteinazlar ve peptidazlar tarafından kısa zincirli peptidlere ve amino asitlere parçalandığı bildirilmiştir (Gupta ve ark., 2009). Sonuçlarda meydana gelen farklılıkların enzimatik değişimlere bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Elde edilen peptidlerin biyoaktif peptid olarak tanımlanması göstermiş olduğu fonksiyonel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Biyoaktif peptidlerin genellikle 2-20 amino asit kalıntısı içeren kısa zincirli bir yapıya sahip olduğu, fakat bazı durumlarda 20'den fazla amino asit içeren biyoaktif peptidlerin bulunduğu bildirilmiştir (Hartmann ve Meisel, 2007).

4.3.2. Tulum peyniri örneklerinden elde biyoaktif peptidlerin fonksiyonel özellikleri

4.3.2.1. Antioksidan aktivite

Antioksidan maddelerin en önemli özelliğinin serbest radikalleri yakalaması olduğu belirtilmiştir (Şanlıdere-Aloğlu, 2010). Bu araştırmadaki DPPH ve $ABTS^{\bullet+}$ radikallerinin yakalanmasına ait sonuçlar değişiklik göstermiştir. Elde edilen suda çözünebilir peptidlerin her iki metotta farklı etki göstermesi, radikallerin yapısına bağlı olarak farklı şekilde reaksiyona girmesinden kaynaklanmış olabilir. Suda çözünebilir

formdaki $ABTS^{\bullet+}$ katyon çözeltisi, potasyum persülfat ile $ABTS^{\bullet+}$ radikalinin oksidasyonu ile meydana gelir ve $ABTS^{\bullet+}$ radikali ortamda hidrojen verici bir maddenin bulunmasıyla ve antioksidan zincirlerindeki parçalanmalarla azalabilir. DPPH ise yağda çözünen bir serbest radikaldir ve elektron ya da hidrojen alarak stabil hale geçer (Phanturat ve ark., 2010). Bu nedenle DPPH, ethanol içerisinde çözünür ve sulu ortamdaki hedef peptidlere kolaylıkla etki edemeyebilir. $ABTS^{\bullet+}$'nin ise sulu ortamda gerçekleştirilen çalışmalarda peptidlere kolaylıkla ulaştığı bildirilmiştir. Suda çözünen ekstraktların antioksidan aktivitesini belirlemede $ABTS^{\bullet+}$ radikali kullanılan yöntemin daha hassas ve uygun olduğu belirtilmiştir (Gupta ve ark., 2009). Cheddar peynirinde suda çözünen ekstraktların antioksidan aktivitesini belirleme üzerine yürütülen bir çalışmada DPPH ve $ABTS^{\bullet+}$ radikali aktivitelerinin proteoliz derecesi ve ortamdaki mikrofloraya bağlı olduğu bildirilmiştir (Gupta ve ark., 2009).

$ABTS^{\bullet+}$ radikalinin hem sulu hem de organik çözücülerde çözünebildiği ve dolayısıyla lipofilik ve hidrofilik bileşiklerin antioksidan kapasitesini ölçmek için daha uygun olduğu ifade edilmiştir (Osman ve ark., 2006). DPPH'in ise özellikle alkol ortamı olmak üzere sadece organik ortamlarda çözünürken sulu ortamda çözünemediği ve dolayısıyla hidrofilik antioksidanların yorumlanmasında bu durumun sınırlayıcı olduğu bildirilmiştir (Arnao, 2000). Bu nedenle suda çözünebilir peptidlerin antioksidan değerini belirlemek için bu araştırmada iki farklı yöntem kullanılmıştır ve $ABTS^{\bullet+}$ analizine ait değerlerin daha doğru sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

4.3.2.1.1. $ABTS^{\bullet+}$ radikal giderme yöntemi ile antioksidan aktivite

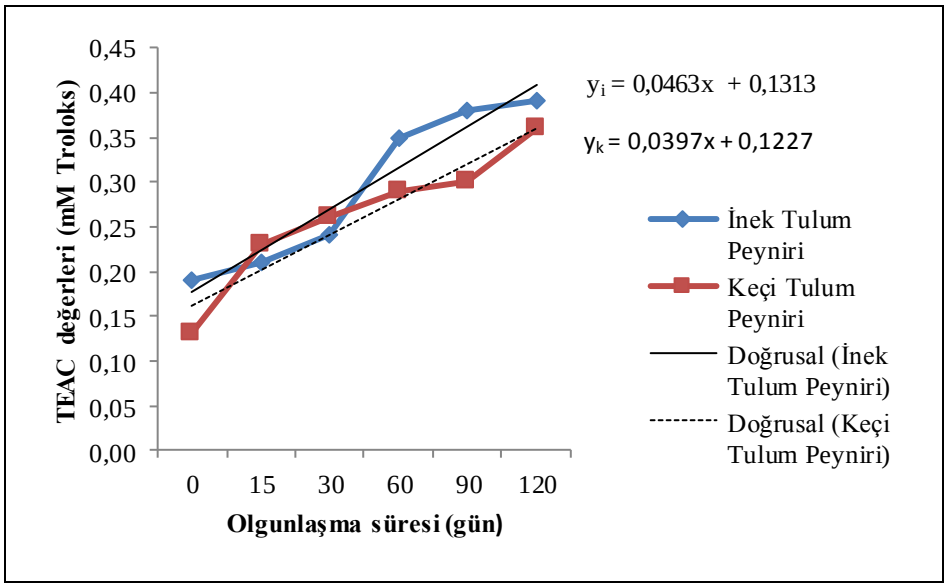
Çizelge 4.64. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin TEAC değerlerindeki (mM Troloks) değişim*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	0.19	0.21	0.24	0.35	0.38	0.39
Keçi Tulum Peyniri	0.13	0.23	0.26	0.29	0.30	0.36

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden elde edilen suda çözünebilen biyoaktif peptidlerin $ABTS^{\bullet+}$ yöntemi ile antioksidan aktivitelerine ait TEAC (mM Troloks) değerlerindeki değişim Çizelge 4.64.'te verilmiştir.

Olgunlaşmanın ilk gününde inek Tulum peynirine ait suda çözünebilir peptidlerde daha yüksek antioksidan aktivite gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 15. ve 30. günleri dışındaki diğer olgunlaşma günlerinde inek Tulum peynirindeki biyoaktif peptidlerin antioksidan aktivitelerinin keçi Tulum peynirindeki biyoaktif peptidlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak olgunlaşma süresi ile birlikte antioksidan aktivitelerinde artış belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca antioksidan aktivitede en fazla artış keçi Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. Şekil 4.26.'da deneme Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresi boyunca elde edilen biyoaktif peptidlerin TEAC değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir. Tulum peynirlerinden elde edilen biyoaktif peptidlerin antioksidan aktivitelerinin farklı seyir izlemesi proteoliz düzeyinden ve içerdiği mikrofloradan kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.26. Olgunlaşma süresince biyoaktif peptidlerin TEAC değerlerindeki (mM Troloks) değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun biyoaktif peptidlerin TEAC değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.65.'te verilmiştir. Çizelge 4.65.'ten de anlaşılacağı gibi süt tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) TEAC değerlerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.65. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin TEAC değerlerine (mM Troloks) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	0.007	0.007	800.000**
Hata 1	2	1.677E-5	8.333E-6	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	0.135	0.027	556.690**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	0.009	0.002	39.241**
Hata 2	10	0.000	4.833E-5	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.66.'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin TEAC değerlerine (mM Troloks) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$0.19\pm0.01^{I*}$	$0.13\pm0.01^{J*}$	0.16 ± 0.04^{F}
15. gün	$0.21\pm0.01^{HI*}$	$0.23\pm0.01^{GH*}$	0.22 ± 0.01^{E}
30. gün	$0.24\pm0.00^{FG*}$	$0.26\pm0.00^{EF*}$	0.25 ± 0.00^{D}
60. gün	$0.35\pm0.01^{C*}$	$0.28\pm0.00^{DE*}$	0.32 ± 0.04^{C}
90.gün	$0.38\pm0.01^{AB*}$	$0.30\pm0.00^{D*}$	0.34 ± 0.04^{B}
120. gün	$0.39\pm0.00^{A*}$	$0.36\pm0.01^{BC*}$	0.38 ± 0.02^{A}
Genel	0.29 ± 0.00^{A}	0.26 ± 0.01^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.01). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.01). İnek sütünden üretilen Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerin daha yüksek TEAC değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum peynirlerde bulunan mikrofloranın farklılığından ve proteoliz sonucunda meydana gelen biyoaktif peptidlerin çeşidi, sayısı ve aktivitesinden kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma süresi boyunca TEAC değerlerinde düzenli bir artış belirlenmiştir (p<0.01). Sonuçlar $ABTS^{\bullet+}$ radikalini bağlama aktivitesinin proteoliz ile yakından ilişkisi olduğunu göstermektedir. Meira ve ark. (2012) antioksidan aktiviteyi peynirdeki proteoliz derecesi ve dolayısıyla yüksek proteoliz derecelerine bağlı olarak meydana gelen peptid sayısındaki artış ile ilişkilendirmiştir. En yüksek TEAC değeri en fazla peptid sayısının olduğu olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. Corrêa ve ark. (2011) proteinlerin hidroliz süreleri ve Meira ve ark. (2012) olgunlaşma süreleri ile birlikte

TEAC değerinin arttığını bildirmiştir. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek TEAC değeri olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde inek Tulum peynirinden elde biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. Bu interaksiyonda en düşük değer ise olgunlaşma süresinin ilk gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. İnek Tulum peynirinden olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde elde edilen biyoaktif peptidlerin TEAC değerleri birbiriyle benzer bulunurken, olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerine ait TEAC değerleri de birbiriyle benzerlik göstermiştir. Her iki Tulum peynirinde de olgunlaşmanın sonunda proteoliz derecesine bağlı olarak TEAC değeri artmıştır. TEAC değerleri proteoliz ile meydana gelen biyoaktif peptid sayısındaki artış ile birlikte artmıştır. Sonuçlar neticesinde olgunlaşma süresince meydana gelen proteoliz ile antioksidan peptidlerin oluştuğu belirlenmiştir. Keçi sütünden üretilmiş peynir benzeri bir sistemde β-kazein sekansının Lösin 190-Tirozin 191 bağının yıkımı ile elde edilen peptidlerin $ABTS^{\bullet+}$ bağlama aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir (Silva ve ark., 2006).

4.3.2.1.2. DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite

Çoğu araştırmacı peynirdeki biyoaktif peptidlerin antioksidan özelliğini belirlemek için DPPH yöntemini kullanmıştır (Gupta ve ark., 2009; Pritchard ve ark., 2010; Abadía-García ve ark., 2013). Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden elde edilen suda çözünebilen biyoaktif peptidlerin DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerine ait inhibisyon değerlerindeki değişim (%) Çizelge 4.67.'de verilmiştir.

Çizelge 4.67. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin inhibisyon değerlerindeki (%) değişim*

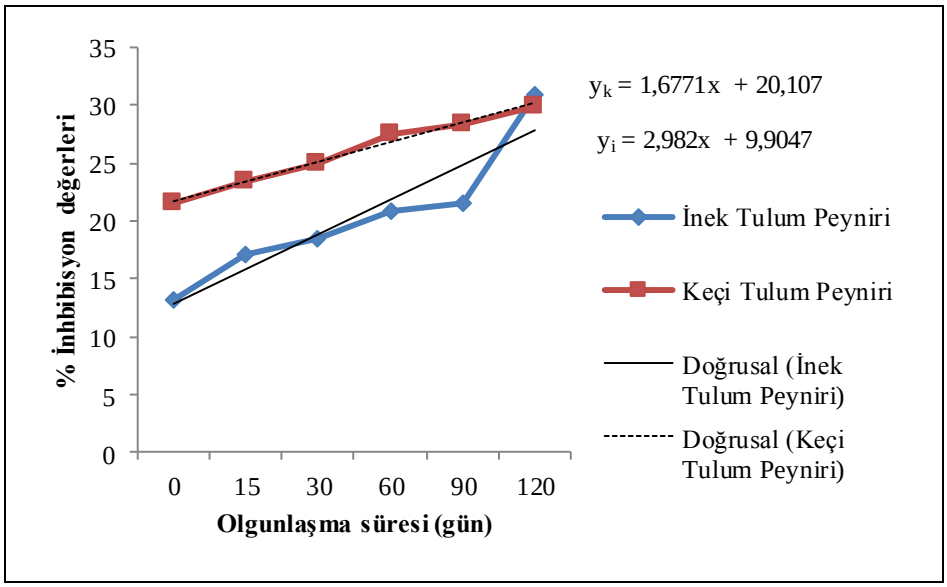
Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	13.25	17.03	18.41	20.94	21.46	30.96
Keçi Tulum Peyniri	21.58	23.47	25.04	27.50	28.40	29.87

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşma süresinin başında % inhibisyon değeri en yüksek keçi Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca elde

edilen biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Şekil 4.27.'de deneme Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresi boyunca elde edilen biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerlerinde meydana gelen değişim görülmektedir.

Şekil 4.27.'de görüldüğü gibi olgunlaşma süresi sonunda her iki Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerleri artmış olup aynı seviyeye ulaşmıştır. Olgunlaşma süresi boyunca % inhibisyon değerinde en fazla artışı inek Tulum peynirine ait biyoaktif peptidler göstermiştir. Olgunlaşma süresine bağlı olarak artan % inhibisyon değerinde proteolizin etkili olduğu düşünülürken keçi ve inek Tulum peynirlerine ait biyoaktif peptidlerdeki değişimlerin farklı olmasında mikrobiyal floraya bağlı olarak meydana gelen peptidlerin farklı özellik gösterdiği düşünülmektedir.



Şekil 4.27. Olgunlaşma süresince biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerlerindeki değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.68.'de verilmiştir. Çizelge 4.68.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.05$) ve olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) % inhibisyon değerleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu belirlenirken peynir tipi ile olgunlaşma süresine ait interaksiyonun ($p>0.05$) % inhibisyon değerlerindeki değişim üzerinde etkisiz olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.68. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	190.407	190.407	32.197*
Hata 1	2	11.828	5.914	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	401.666	80.333	22.863**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	56.757	11.351	3.231^{ns}
Hata 2	10	35.136	3.514	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli, ns: istastiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde ve peynir tiplerinde farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.69.'da verilmiştir.

Çizelge 4.69. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin % inhibisyon değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$13.25\pm1.56^{C*}$	$21.58\pm2.04^{D*}$	17.41 ± 5.04^{D}
15. gün	$17.03\pm2.16^{BC*}$	$23.47\pm0.64^{CD*}$	20.25 ± 3.94^{CD}
30. gün	$18.41\pm1.37^{BC*}$	$25.04\pm0.09^{BCD*}$	21.72 ± 3.91^{BCD}
60. gün	$20.94\pm3.37^{B*}$	$27.50\pm0.71^{ABC*}$	24.22 ± 4.27^{BC}
90.gün	$21.46\pm2.96^{B*}$	$28.40\pm0.56^{AB*}$	24.93 ± 4.36^{B}
120. gün	$30.96\pm3.35^{A*}$	$29.87\pm1.14^{A*}$	30.41 ± 2.14^{A}
Genel	20.34 ± 0.70^{b}	25.97 ± 0.70^{a}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Büyük harfler p<0.01 düzeyinde önemli, küçük harfler p<0.05 düzeyinde önemli. Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı ve kırmızı ile ifade edilen harfler (*) her iki peynir tipinin olgunlaşma süresince % inhibisyon değerlerindeki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0.05). Keçi Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerin daha yüksek % inhibisyon değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek % inhibisyon değeri olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir (p<0.01). Olgunlaşma süresi sonunda antioksidan aktivite artış göstermiştir. Peynir tipleri ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Genel olarak olgunlaşma süresinin sonunda her iki Tulum peynirinden de elde edilen biyoaktif peptidlerin % inhibisyon oranlarında artış gözlemlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca belirlenen % inhibisyon değerleri 17.41 ile 30.41 arasında tespit edilmiştir. Elde edilen % inhibisyon verileri Cheddar peynir üzerinde çalışan Pritchard ve ark. (2010) tarafından bulunan değerlerle yakınlık göstermektedir. Abadía-García ve ark. (2013)'nın Cottage peyniri üzerinde DPPH metodu ile gerçekleştirdikleri çalışmada suda çözünebilir ekstraktların antioksidan

aktivitesinin depolama zamanı ile arttığını bildirmiştir. Antioksidan aktivitenin peptid konsantrasyonunun artması ile arttığı bildirilmiştir (Timón ve ark., 2014).

4.3.2.2. Şelat aktivitesi/Mineral bağlayıcı özelliği

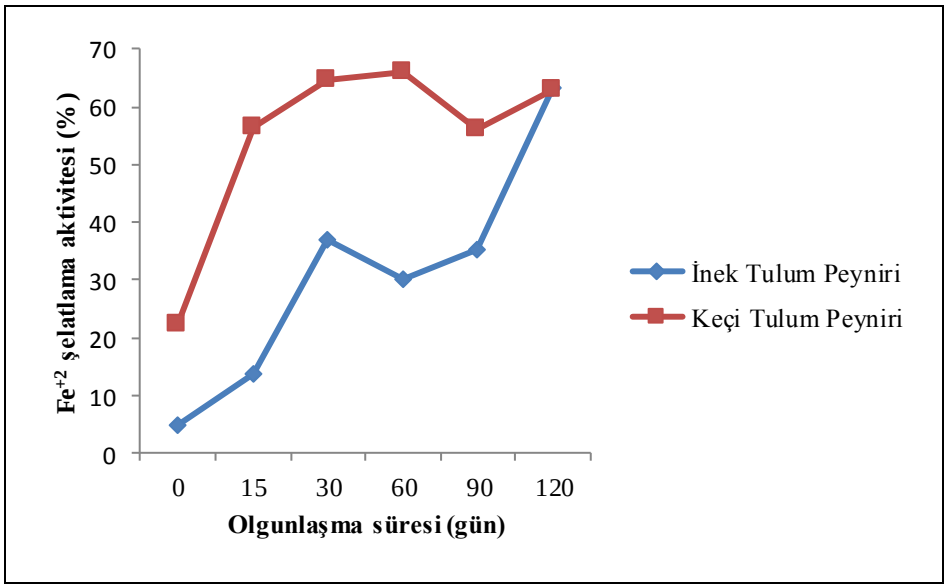
Şelat aktivitesini belirlemede ferrozin metodu kullanılmıştır. Elde edilen suda çözünebilir biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} iyonu şelatlama özelliği incelenmiştir. Şelatlama özelliği biyoaktif peptidlerin mineral bağlayıcı olarak fonksiyonel özellik gösterdiğini ifade etmektedir. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden elde edilen suda çözünebilen biyoaktif peptidlerin Fe(II) şelatlama aktivitelerine (%) ait değişim Çizelge 4.70.'te verilmiştir.

Çizelge 4.70. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktivitelerindeki (%) değişim*

Peynir Tipi	Olgunlaşma Süresi (gün)					
	0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	4.68	13.61	36.94	30.19	35.31	63.30
Keçi Tulum Peyniri	22.20	56.58	64.51	65.99	56.24	62.99

* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Olgunlaşma süresinin ilk gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen suda çözünebilir biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi daha yüksek bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin sonunda her iki Tulum peynirinden elde edilen peptidlerin şelatlama aktivitesi artmıştır. Bu durum ortamda meydana gelen şelatlama özelliğine sahip biyoaktif peptidlerin göstergesidir. Olgunlaşma süresi boyunca şelatlama aktivitesi dalgalı bir seyir izlemiştir. Olgunlaşma süresi boyunca biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesinde meydana gelen değişimi daha iyi inceleyebilmek için Şekil 4.28. düzenlenmiştir.



Şekil 4.28. Olgunlaşma süresince biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktivitelerindeki (%) değişim

Olgunlaşma süresi sonunda her iki Tulum peynirinden elde edilen suda çözünebilir biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktivitesinin aynı seviyeye ulaştığı görülmektedir. Olgunlaşma süresinin sonunda şelat aktivitesinde en fazla artış inek Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 15. gününe kadar hızlı bir değişim göstermiştir ve olgunlaşma süresinin 60. gününe kadar şelatlama aktivitesinde artış belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi, olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra azalmış ve olgunlaşma süresinin 120. gününden sonra tekrar artmıştır. İnek Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi ise olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar artmış ve daha sonra olgunlaşma süresinin 60. gününde düşüş göstermiştir. İnek Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra tekrar artmaya başlamıştır. Şelatlama aktivitesinde görülen değişimler proteoliz ile meydana gelen peptidin sahip olduğu fonksiyonel özelliğin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Biyoaktif peptidlerin aktivitelerini gösterebilmesi için diğer bazı peptidler ve peptid olmayan bileşenler ile interaksiyona girmesi gerektiği bildirilmiştir (Schanbacher ve ark., 1998). Dolayısıyla şelatlama aktivitesinde tespit edilen farklılıklar bu sinerjik etki için ortamda bulunan gerekli peptidlerin ve komponentlerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktiviteleri üzerindeki

etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.71.'de verilmiştir. Çizelge 4.71.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) şelatlama aktivitelerindeki değişim üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.71. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktivitelerine (%) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	3,479.078	3,479.078	2,170,712.810**
Hata 1	2	0.040	0.020	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	5,379.289	1,147.858	76,796.908**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	1,154.598	230.920	15,449.566**
Hata 2	10	0.149	0.015	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.72.'de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinden olgunlaşma süresince elde edilen biyoaktif peptidlerin Fe^{+2} şelatlama aktivitelerine (%) ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$4.68\pm0.04^{J*}$	$22.20\pm0.04^{H*}$	13.44 ± 10.12^{F}
15. gün	$13.61\pm0.05^{I*}$	$56.58\pm0.03^{D*}$	35.09 ± 24.81^{E}
30. gün	$36.94\pm0.02^{E*}$	$64.51\pm0.02^{B*}$	50.72 ± 15.92^{B}
60. gün	$30.19\pm0.02^{G*}$	$65.99\pm0.02^{A*}$	48.09 ± 20.67^{C}
90.gün	$35.31\pm0.03^{F*}$	$56.24\pm0.02^{D*}$	45.77 ± 12.08^{D}
120. gün	$63.30\pm0.42^{C*}$	$62.99\pm0.02^{C*}$	63.14 ± 0.31^{A}
Genel	30.67 ± 0.04^{B}	54.75 ± 0.04^{A}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

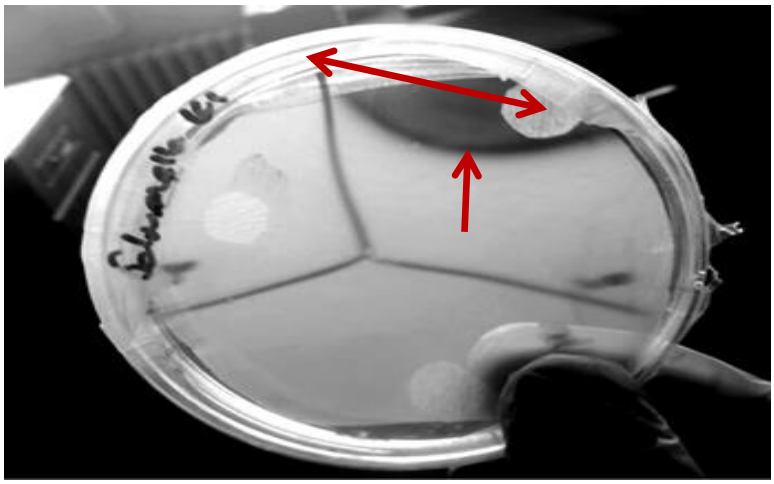
Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Keçi Tulum peynirine ait biyoaktif peptidlerin daha yüksek Fe^{+2} şelatlama sahip olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla mineral bağlayıcı özellik keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerde daha yüksek bulunmuştur. Bu durum peynirlerde bulunan mikrofloranın farklılığından, enzimlerin farklılığından, aktiviteyi destekleyici diğer komponentlerin farklılığından ve proteoliz sonucunda meydana gelen biyoaktif peptidlerin çeşidi, sayısı ve aktivitesindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Olgunlaşma süresince belirlenen şelatlama aktiviteleri % 4.68 ile % 65.99 arasında değişim göstermiştir.

Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek şelatlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 120. gününde gözlemlenmiştir. Elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesinde olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar artış belirlenmiş olup ve daha sonra olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar azalma eğilimi göstermiştir ($p<0.01$). Suda çözünebilen ekstraktların Fe^{+2} şelatlama yeteneğinin hidroliz zamanı ile ilişkili olduğu ve uzun hidroliz zamanının şelat aktivitesini düşürdüğü bildirilmiştir (Corrêa ve ark., 2011). Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek şelatlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 60. gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerde belirlenirken en düşük şelat aktivitesi ise olgunlaşma süresinin ilk gününde inek Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerde belirlenmiştir. İnek Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar artmış ve daha sonra olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar azalma göstermiştir. Keçi Tulum peynirinden elde edilen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesi ise olgunlaşma süresinin 60. gününe kadar artmış ve daha sonra olgunlaşma süresinin 120. gününe kadar azalış göstermiştir ($p<0.01$). Meira ve ark. (2012) de şelatlama aktivitesi üzerine yaptığı çalışmada böyle bir dalgalanma tespit etmiştir. Şelatlama aktivitesindeki artışların proteoliz ile meydana gelen mineral bağlayıcı özelliğe sahip peptidlerin sayısındaki artış ile orantılı olduğu bildirilmiştir (Timón ve ark., 2014). Bu araştırmada bazı olgunlaşma sürelerinde olgunlaşma süresinin artması ile görülen biyoaktif peptidlerin şelatlama aktivitesindeki azalışlar ise şelatma özelliğine sahip biyoaktif peptidlerin bu dönemlerde gerçekleşen hidrolize karşı duyarlı olmasından kaynaklanmış olabilir. Demir gibi geçiş metallerinin gıdalarda ransidite ile sonuçlanan lipit peroksidasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Zhang ve Zhou, 2010). Bu nedenle biyoaktif peptidlerin metal iyonlarını şelatlaması antioksidan aktiviteye katkıda bulunabilir.

4.3.2.3. Antimikrobiyal aktivite

Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününde elde edilen suda çözünebilir peptidlerin sadece *Salmonella typhimurium* ATTC 14028'e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan disk difüzyon analizinde inhibisyon zon çapı 44 mm olarak ölçülmüştür ve belirlenen zon Şekil 4.29.'da gösterilmiştir. Zon 10 µl örnek kullanılan diskte tespit edilmiştir. İnhibisyon zonunun 5

ve 20 µl'lik disklerde görülmemesinin nedeni olarak 5 µl'nin düşük gelmesi ve ortama direnç göstermesi düşünülebilir. Değişik sürelerle hidrolize edilen koyun kazeinatının 3 saatlik hidrolizi ile elde edilen peptidlerin *Bacillus cereus* ve *Corynebacterium fimi*'ye karşı antibakteriyal etki gösterdiği ve zon çaplarının sırasıyla 9.3 ve 11.5 mm olarak belirlendiği bildirilmiştir (Corrêa ve ark., 2011). İtalyan peyniri çeşitleri üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise Pecorino Romano, Canestrato Pugliese, Crescenza, Caprino del Piemonte, Caciocavallo ve Mozzarella peynirlerinde *L. sakei* A15'e karşı aktivite gösteren antimikrobiyal peptidler olduğu tespit edilmiştir. Bu İtalyan peynirlerinde belirlenen inhibitör zonların çapı 3 ile 6 mm arasında belirlenmiştir (Rizzello ve ark., 2005). Bu çalışmada belirlenen zon çapı Corrêa ve ark. (2011) ve Rizzello ve ark. (2005) tarafından belirlenen değerlerden oldukça büyüktür.



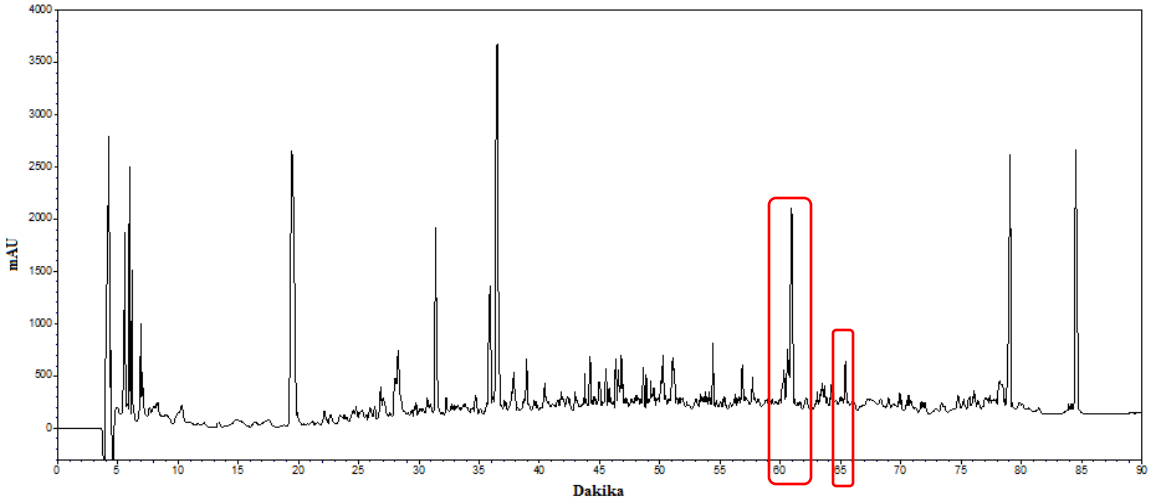
Şekil 4.29. *Salmonella typhimurium* ATTC 14028'e karşı oluşan inhibisyon zonu

Şekil 4.29.'da gösterilen çift yönlü ok zon yarıçapını (22 mm), tek yönlü ok ise oluşan zonu göstermektedir. Diskin petri kutusunun köşesine kaymasından dolayı zonun bir kısmı görülmektedir. Bu nedenle yarıçap ölçülerek zon çapı hesaplanmıştır.

Süt proteini kaynaklı antimikrobiyal peptidlerin genellikle çeşitli mikroorganizma grubuna karşı geniş bir etki alanına sahip olduğu belirtilmiştir (Corrêa ve ark., 2011). Fakat bu çalışmada sadece Gram-negatif bakteriye karşı antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir. Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin farklı bakteriyal membran bileşimlerine sahip olmasının, antimikrobiyal aktiviteyi ve antimikrobiyal peptidin özgüllüğünü etkilediği düşünülebilir.

RP-HPLC analizi sonuçlarının 60 ile 66 dakikası arasında sadece olgunlaşma süresinin 90. gününde keçi Tulum peynirinde belirlenen ve diğer olgunlaşma günlerinde

tespit edilmeyen bu peptidler belirlenen antimikrobiyal aktiviteye neden olmuş olabilir. Keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin 90. gününe ait RP-HPLC analiz sonucu Şekil 4.30.'da verilmiştir. Antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu düşünülen peptidler şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.30. 90. olgunlaşma gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen suda çözünebilir peptidler. Phenomenex jupiter C18 column kullanılmış olup ölçümler 214 nm'de yapılmıştır.

4.4. Tulum Peyniri Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Sonuçlar ve Tartışma

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen duyusal özellikler Çizelge 4.73.'te verilmiştir. "Kesit ve Görünüş" 30 tam puan, "Yapı" 20 tam puan, "Tat" 40 tam puan ve "Koku" 10 tam puan üzerinden olmak üzere sonuçlar "100 Tam Puan Değerlendirme Sistemi"ne göre değerlendirilmiştir. Fakat peynirlerde bulunabilecek olası patojen risklerinden dolayı tat puanları, olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra belirlenmiştir. Bu nedenle toplam puanın değerlendirilmesinde tat puanı dahil edilmemiştir ve dolayısıyla toplam puan 60 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir.

Kendall Uyum Katsayısı analizine göre panelistlerin her iki Tulum peynirine de vermiş oldukları kesit ve görünüş, yapı ve koku puanları ile keçi Tulum peynirine vermiş oldukları tat puanları arasında uyum gözlemlenmiştir. Ancak, inek Tulum peynirine vermiş oldukları tat puanlarının ise uyumsuz olduğu belirlenmiştir. Kendall uyum katsayısı analizi duyusal analizlerin daha doğru bir şekilde yorumlanması için yürütülmüştür.

Olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar toplam puan keçi Tulum peynirinde daha yüksek bulunurken olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra inek Tulum

peynirine ait toplam puan daha yüksek bulunmuştur. Toplam puanın olgunlaşma süresi sonunda İnek Tulum peynirinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak toplam puanda olgunlaşma süresi ile birlikte düşüş gözlemlenmiştir. Tekinşen ve ark. (1998) da olgunlaşma süresinin 60. gününden sonra vakumsuz Tulum peyniri örneklerinin toplam puanlarında azalma belirlemiştir. Olgunlaşma süresi boyunca toplam puandaki azalma İnek Tulum peynirinde % 17.62 ve keçi Tulum peynirinde % 32.27 oranında belirlenmiştir. Toplam puandaki azalmalar, gelişen tat, koku ve aromaya karşı panelistlerin hassas olmasından, olgunlaşma süresinin sonlarına doğru ortamda küflerin gelişmeye başlamasından ve küf gelişimine bağlı olarak yapı ve görünüşteki bozukluklardan kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.73. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince duyusal özelliklerindeki değişim*

Peynir Tipi		Olgunlaşma Süresi (gün)					
		0.	15.	30.	60.	90.	120.
İnek Tulum Peyniri	Kesit ve görünüş	27.79	25.23	23.26	24.65	22.89	18.42
	Yapı	15.80	16.04	16.19	16.24	16.36	16.78
	Koku	8.63	8.92	9.53	9.45	9.06	7.82
	Tat	-	-	-	-	30.68	26.72
	Toplam puan	52.22	50.19	48.98	50.34	48.31	43.02
Keçi Tulum Peyniri	Kesit ve görünüş	27.29	24.93	23.93	18.55	13.28	12.31
	Yapı	18.16	18.50	19.10	18.37	17.80	17.21
	Koku	9.28	9.37	8.72	8.38	7.67	7.55
	Tat	-	-	-	-	22.68	23.67
	Toplam puan	54.73	52.80	51.75	45.30	38.75	37.07

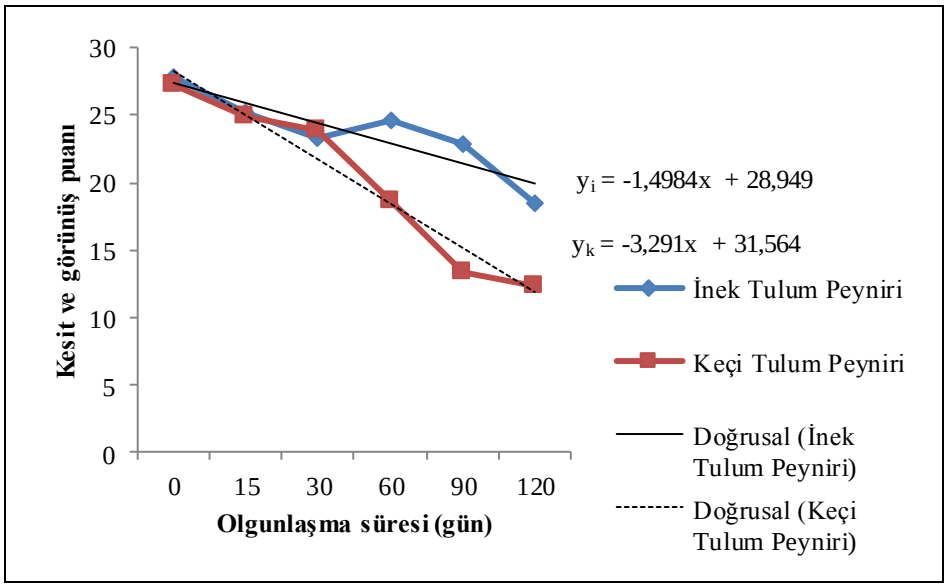
* Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır. Toplam puana tat puanları dahil edilmemiştir.

Olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde tat puanı da dahil olmak üzere toplam puan sırasıyla inek Tulum peynirinde 78.99 ve 69.74 olarak belirlenirken; keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde sırasıyla 61.43 ve 60.74 olarak belirlenmiştir. Tat puanı dahil edilen toplam puan sonuçlarına bakıldığı zaman inek Tulum peynirinin duyusal özellikler yönünden keçi Tulum peynirine göre daha üstün olduğu görülmüştür. TS 3001 standardına göre 1. sınıf Tulum peynirlerin en az 80 toplam puan, 2. sınıf Tulum peynirlerinin ise en az 50 toplam puan alması gerektiği bildirilmektedir. Dolayısıyla olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerine ait

toplam puanlar göz önünde bulundurulduğunda inek ve keçi Tulum peynirlerinin 2. sınıf Tulum peyniri kategorisine girdiği söylenebilir.

4.4.1. Kesit ve görünüş puanı

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen kesit ve görünüş puanları Çizelge 4.73'te gösterilmiştir. TS 3001'e göre kesit ve görünüş puanları 30 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca her iki Tulum peynirinin kesit ve görünüş değerlerinde azalma belirlenmiş olup en fazla değişim keçi Tulum peynirinde (% 54.85) belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince kesit ve görünüş puanlarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.31. düzenlenmiştir.



Şekil 4.31. Olgunlaşma süresince kesit ve görünüş puanlarındaki değişim

Kesit ve görünüş puanların her iki Tulum peynirinde de olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar benzer oranlarda azalmıştır. Olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra inek Tulum peynirinde kesit ve görünüş puanı artarken keçi Tulum peynirinde kesit ve görünüş puanı azalmaya devam etmiştir. Olgunlaşma süresinin sonunda ise kesit ve görünüş puanlarında düşüş belirlenmiştir. Olgunlaşma süresinin 120. gününde inek Tulum peynirinin kesit ve görünüş puanı daha yüksektir. Bu farlılıklar olgunlaşma süresince meydana gelen değişimlerden ve kontrolsüz nem kaybının homojen olmayan görünüşe neden olmasından kaynaklanmış olabilir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun kesit ve görünüş puanları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.74.'te verilmiştir. Çizelge 4.74.'ten de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ($p<0.01$), olgunlaşma sürelerinin ($p<0.01$) ve bu iki faktöre ait interaksiyonun ($p<0.01$) kesit ve görünüş puanları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.74. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kesit ve görünüş puanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	80.300	80.300	1599.344**
Hata 1	2	0.100	0.050	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	408.186	81.637	240.926**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	87.315	17.463	51.536**
Hata 2	10	3.388	0.339	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli.

Olgunlaşma sürelerinde, peynir tiplerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.75.'te verilmiştir.

Çizelge 4.75. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince kesit ve görünüş puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	$27.79\pm0.73^{A*}$	$27.29\pm0.02^{A*}$	27.54 ± 0.51^{A}
15. gün	$25.23\pm0.32^{B*}$	$24.93\pm0.53^{B*}$	25.08 ± 0.40^{B}
30. gün	$23.26\pm0.76^{BC*}$	$23.93\pm0.88^{BC*}$	23.59 ± 0.78^{C}
60. gün	$24.65\pm0.22^{BC*}$	$18.55\pm0.64^{D*}$	21.60 ± 3.54^{D}
90.gün	$22.89\pm0.41^{C*}$	$13.28\pm0.11^{D*}$	18.09 ± 5.55^{E}
120. gün	$18.42\pm0.31^{D*}$	$12.31\pm0.69^{E*}$	15.37 ± 3.55^{F}
Genel	23.70 ± 0.07^{A}	20.05 ± 0.07^{B}	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı, kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı ve yeşil ile ifade edilen harfler (genel satır) ise peynir tipleri arasındaki farkı göstermektedir.

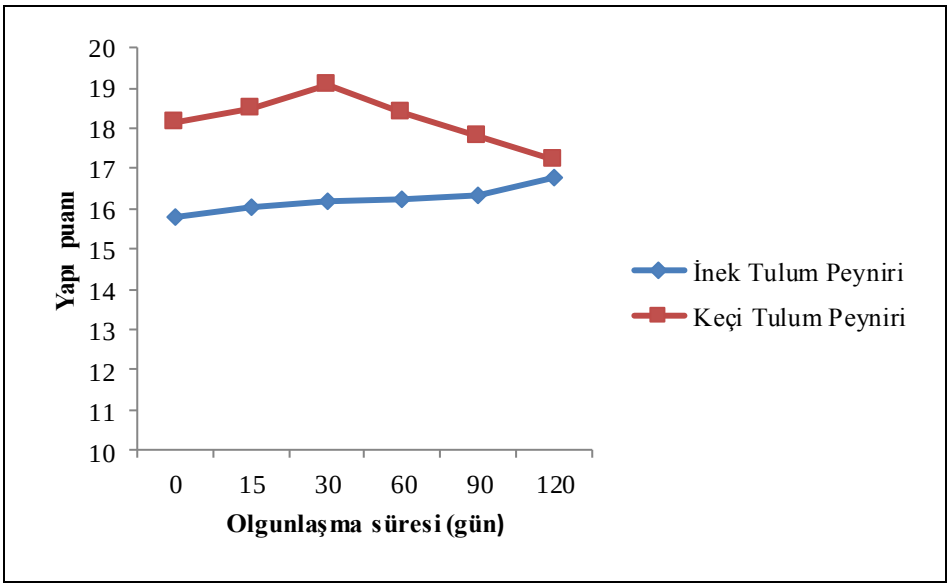
Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek kesit ve görünüş puanı inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. Sert (2011) de çalışmasında renk ve görünüş puanlarının inek Tulum peynirinde keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Olgunlaşma süresi ile paralel olarak kesit ve görünüş puanlarında azalma gözlemlenmiştir ($p<0.01$). Tekinşen ve ark. (1998) ve Arslaner (2008) de yaptıkları çalışmalarda olgunlaşma

süresinin sonunda kesit ve görünüş puanlarında azalma tespit etmişlerdir. Tarakçı ve ark. (2005) olgunlaşma süresi sonunda kesit ve görünüş puanlarında artma belirlemiştir. Görülen bu farklılık ortamda gelişen maya ve küflerden kaynaklanmış olabilir. Çünkü bu çalışmada olgunlaşma süresi sonunda maya ve küf sayısı artarken Tarakçı ve ark. (2005)'nın çalışmasında maya ve küf sayısı azalmıştır. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyonun kesit ve görünüş puanları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu interaksiyonda en yüksek kesit ve görünüş puanı keçi ve inek Tulum peynirlerinde olgunlaşma süresinin ilk gününde belirlenirken, en düşük kesit ve görünüş puanı ise keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 15., 90. ve 120. günlerinde belirlenen kesit ve görünüş puanlarında azalma tespit edilmiştir. Keçi Tulum peynirinin olgunlaşma süresinin 15. ve 30. günlerine ait kesit ve görünüş puanları benzer bulunmuştur. Olgunlaşma süresinin 15., 60. ve 120. günlerinde keçi Tulum peynirinin kesit ve görünüş puanlarında azalma belirlenmiştir. Panelistler tarafından verilen düşük puanlar; nem kaybının homojen olmamasından, deriye basma hatalarından ve ortamda gelişen maya ve küflerden dolayı peynirlerde homojen olmayan renk görünümünden kaynaklanmış olabilir. Kesit ve görünüş puanları bakımından TS 3001'e göre olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerindeki her iki Tulum peyniri de 1. sınıf Tulum peyniri olarak kabul edilirken, diğer olgunlaşma sürelerindeki Tulum peynirleri ise 2. sınıf olarak kabul edilmektedir.

4.4.2. Yapı puanı

Peynirin olgunlaşma süresinde, peynir tipine özgü olarak gelişen kimyasal ve fiziksel değişimlerin sonucunda peynir yapısının geliştiği bildirilmiştir (Farkye ve Fox, 1990). Olgunlaşma boyunca peynir yapısı üzerindeki en önemli biyokimyasal reaksiyonun proteoliz olduğu belirtilmiştir (Fox, 1989). Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen yapı puanları Çizelge 4.73'te gösterilmiştir. TS 3001'e göre yapı puanları 20 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresi boyunca yapı puanında artış (% 6.20) belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar yapı puanlarında artış görülürken, olgunlaşma süresinin 60. gününden itibaren tespit edilen yapı puanları düşmüştür. Olgunlaşma süresince yapı puanlarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.32. düzenlenmiştir.

Taze peynir örneklerinde en yüksek yapı puanı keçi peynirinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süreleri boyunca yapı puanları, keçi Tulum peynirinde üstünlük göstermiştir. Bu durum inek Tulum peynirinin daha yüksek yağ içeriğine sahip olmasından dolayı peynirde yumuşaklığın daha fazla hissedilmesinden kaynaklanmış olabilir. Süt yağının kazein matriksi içerisinde dağılıp peynire yumuşaklık kazandırdığı bildirilmiştir (Mistry, 2001). Olgunlaşma süresi sonunda her iki Tulum peyniri de yaklaşık olarak aynı yapı puanına sahip olmuştur.



Şekil 4.32. Olgunlaşma süresince yapı puanlarındaki değişim

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun yapı puanları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.76.'da verilmiştir. Çizelge 4.76.'dan da anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin ve olgunlaşma sürelerinin yapı puanları üzerinde önemli olmadığı belirlenirken ($p>0.05$), peynir tipleri ile olgunlaşma sürelerine ait interaksiyonun yapı puanları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Çizelge 4.76. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince yapı puanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	22.991	22.991	3.645^{ns}
Hata 1	2	12.614	6.307	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	1.263	0.253	1.453^{ns}
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	3.936	0.787	4.528*
Hata 2	10	1.739	0.174	

*(p<0.05) düzeyinde önemli, **(p<0.01) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.77.'de verilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark ve olgunlaşma süreleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Arslaner (2008) de olgunlaşma süresinin yapı üzerindeki etkisini önemsiz bulmuştur.

Çizelge 4.77. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince yapı puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

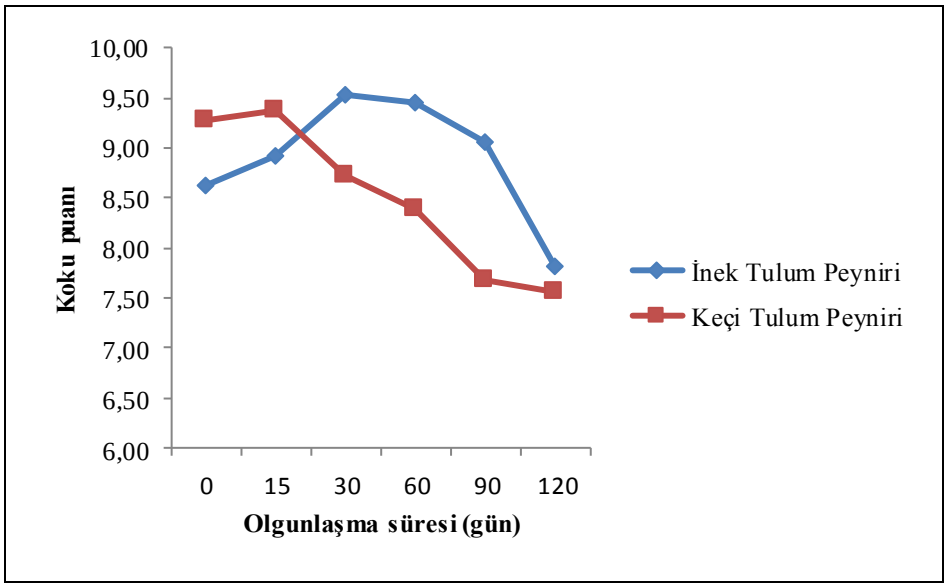
Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	15.80±1.00^{e*}	18.16±0.48^{abc*}	16.98±1.51
15. gün	16.04±1.08^{e*}	18.50±0.57^{ab*}	17.27±1.59
30. gün	16.19±1.29^{e*}	19.10±0.00^{a*}	17.64±1.84
60. gün	16.24±1.50^{de*}	18.37±0.38^{ab*}	16.24±1.50
90.gün	16.36±2.04^{de*}	17.80±0.28^{bc*}	16.36±2.04
120. gün	16.78±1.73^{de*}	17.21±0.55^{cd*}	16.78±1.08
Genel	16.23±0.73	18.19±0.73	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı göstermektedir.

Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyonun yapı puanları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Bu interaksiyonda en yüksek yapı puanı olgunlaşma süresinin 60. gününe kadar keçi Tulum peynirlerinde belirlenirken, en düşük yapı puanı ise olgunlaşma süresi boyunca belirlenen tüm periyotlarda inek Tulum peynirinde belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca belirlenen ortalama yapı puanları inek Tulum peynirinde 16.23 ve keçi Tulum peynirinde ise 18.19 olarak tespit edilmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresi boyunca elde edilen yapı puanları benzer bulunmuştur. Güven ve ark (2006) da çalışmalarında olgunlaşma süresi boyunca yapı puanlarında fark belirlememiştir. Keçi Tulum peynirinde ise olgunlaşma süresinin 120. gününe ait yapı puanının, olgunlaşma süresinin 15., 30. ve 60. günlerine ait yapı puanlarına göre düşük olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Olgunlaşma süresinin sonundaki bu azalış peynirin proteoliz ile yumuşamasından veya fazla nem kaybı sonucunda kurumasından kaynaklanmış olabilir. Her iki Tulum peynirinin de 15 puandan yüksek yapı değerine sahip olması nedeniyle bu Tulum peynirleri yapı bakımından TS 3001 standardına göre 1. sınıf Tulum peyniri kabul edilmektedir.

4.4.3. Koku puanı

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen koku puanları Çizelge 4.73'te gösterilmiştir. TS 3001'e göre koku puanları 10 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 30. gününe kadar koku puanlarında artış gözlemlenmiş olup olgunlaşma süresinin 30. gününden sonra koku puanları azalmıştır. Keçi Tulum peynirinde ise genel olarak olgunlaşma süresi sonuna kadar koku puanlarında azalış belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince yapı puanlarında meydana gelen değişimi daha iyi incelemek amacıyla Şekil 4.33. düzenlenmiştir.



Şekil 4.33. Olgunlaşma süresince koku puanlarındaki değişim

Şekil 4.33.'ten anlaşılacağı gibi inek ve keçi Tulum peynirlerine ait koku puanları zıt bir şekilde değişim göstermiştir. Koku puanındaki azalış inek Tulum peynirinde % 17.94 olarak belirlenirken keçi Tulum peynirinde ise % 19.42 olarak belirlenmiştir. Taze peynir örneklerinde en yüksek koku puanı inek peynirinde belirlenmiştir. Bu durumun keçi sütünün sahip olduğu daha farklı ve yoğun koku özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi sonunda ise keçi ve inek Tulum peynirinin yaklaşık aynı puanı aldığı görülmektedir. Ortamda gelişen maya ve küflerin süt tiplerine özgü kokuları maskelemesi sonucu aynı değerlerin bulunduğu düşünülmektedir.

Tulum peyniri örneklerinde peynir tipinin, olgunlaşma süresinin ve bu iki faktöre ait interaksiyonun koku puanları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.78.'de verilmiştir. Çizelge 4.78.'den de anlaşılacağı gibi peynir tiplerinin koku puanı üzerindeki etkisi önemsiz bulunurken ($p>0.05$), olgunlaşma sürelerinin ve peynir tipi ile olgunlaşma süresine ait interaksiyonun koku puanları üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Çizelge 4.78. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince koku puanlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları (VK)	SD	KT	KO	F
Peynir Tipleri Arası	1	0.980	0.980	5.602 ^{ns}
Hata 1	2	0.350	0.175	
Olgunlaşma Süreleri Arası	5	6.495	1.299	13.603**
Peynir Tipi x Olgunlaşma Süresi İnteraksiyonu	5	3.341	0.686	7.185**
Hata 2	10	0.955	0.096	

*($p<0.05$) düzeyinde önemli, **($p<0.01$) düzeyinde önemli, ns: istatistiki açıdan önemsiz.

Olgunlaşma sürelerinde ve olgunlaşma süreleri ile peynir tipleri arasındaki interaksiyonda farklılığın kaynağını belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.79.'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Farklı tip sütlerden yapılmış Tulum peyniri örneklerinin olgunlaşma süresince koku puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları*

Olgunlaşma Süresi	Peynir Tipi		
	İnek Tulum Peyniri	**Keçi Tulum Peyniri**	**Genel**
0. gün	8.63±0.25^{ABC*}	9.28±0.25^{AB*}	8.95±0.43^{AB}
15. gün	8.92±0.26^{AB*}	9.37±0.38^{AB*}	9.14±0.37^{A}
30. gün	9.53±0.04^{A*}	8.72±0.02^{ABC*}	9.12±0.47^{A}
60. gün	9.45±0.50^{AB*}	8.38±0.03^{BC*}	8.91±0.68^{AB}
90.gün	9.06±0.21^{AB*}	7.67±0.04^{C*}	8.36±0.81^{BC}
120. gün	7.82±0.25^{C*}	7.55±0.78^{C*}	7.69±0.50^{C}
Genel	8.90±0.12	8.49±0.12	

*Farklı harflerle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$). Mavi ile ifade edilen harfler (genel sütun) olgunlaşma süreleri arasındaki farkı ve kırmızı ile ifade edilen harfler (*) peynir tipleri ile olgunlaşma süreleri interaksiyonları arasındaki farkı göstermektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre peynir tipleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Olgunlaşma süresi boyunca ortalama koku puanı 7.69 ve 9.14 arasında değişmiştir. Bu koku puanları TS 3001'e göre 2. sınıf Tulum peynirlerine ait koku puanlarıdır. Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek koku puanı olgunlaşma süresinin 0., 15., 30. ve 60. günlerinde belirlenmiştir ($p<0.01$). En düşük koku puanı ise olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. Genel olarak

olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar belirlenen koku puanlarında değişme görülmemiştir. Güven ve ark. (2006) ve Arslaner (2008) de yaptığı çalışmada olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar değişim gözlemlememişlerdir. Olgunlaşma süresinin sonunda koku puanındaki azalış, mayaların ve küflerin aktivitesi ile ortamda arzu edilmeyen koku bileşenlerinin meydana gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Arıcı ve Şimşek (1991) de koku puanının belirli bir olgunlaşma süresinden sonra düştüğünü belirlemiştir. Peynir tipi ile olgunlaşma süresi arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek koku puanı keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0., 15. ve 30. günlerine ait koku puanları ile inek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 90. gününe kadarki koku puanlarında tespit edilmiştir. Olgunlaşma süresinin 90. gününe kadar inek Tulum peynirlerindeki koku puanları benzer bulunmuş olup olgunlaşma süresinin 120. günündeki koku puanında azalma belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin 0. ve 15. günlerine ait koku puanları, olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerine ait koku puanlarından yüksek bulunmuştur. Koku puanlarındaki farklılığın peynir tipine bağlı olarak olgunlaşma süresince meydana gelen biyokimyasal olaylardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4.4. Tat puanı

Olgunlaşma süresi boyunca proteinin, yağın ve laktozun parçalanmasına neden olan çeşitli kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler gözlemlenmektedir. Olgunlaşma süresince proteinlerinin parçalanmasıyla peptidler, tirozin, fenilalanin ve triptofan gibi aromatik amino asitler, aminler, asitler, tiyoller, tiyoesterler (proteinlerden elde edilen); yağların parçalanmasıyla yağ asitleri, metil ketonlar, laktonlar ve esterler; laktozun parçalanmasıyla özellikle laktik asit olmak üzere asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asitler, karbondioksit, esterler ve alkoller meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin kombinasyonunun, peynirde karakteristik aromanın gelişmesinden sorumlu olduğu bildirilmiştir (Fox, 1989).

Deneme Tulum peyniri örneklerinde belirlenen tat puanları Çizelge 4.73'te gösterilmiştir. TS 3001'e göre tat puanları 40 tam puan üzerinden değerlendirilmiştir. Çizelge 4.73.'ten de görüldüğü gibi olgunlaşma sürelerinin 90. ve 120. günlerinde belirlenen tat puanları sırasıyla inek Tulum peynirinde 30.68 ve 26.72 olarak belirlenirken keçi Tulum peynirinde ise 22.68 ve 23.67 olarak belirlenmiştir. Elde edilen tat puanları Öner ve ark. (2005)'na ait değerlerden yüksek bulunurken, Ateş ve

Patır (2001)'a ait değerlerden düşük bulunmuştur. İnek Tulum peynirinde tat puanlarının keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu tat puanlarındaki farklılık; inek Tulum peynirindeki yağ oranının daha yüksek olmasından ve bu nedenle aroma oluşumunda önemli bir role sahip olan lipoliz reaksiyonunun inek Tulum peynirinde daha yoğun olarak gerçekleşmesinden dolayısıyla daha fazla aromatik bileşenlerin oluşmasından kaynaklanmış olabilir. Laktokokların ve starter olmayan laktik asit bakterilerinin aroma bileşenlerinin üretiminde önemli bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Dias ve Weimer, 1998; Tammam ve ark., 2000; Kieronczyk ve ark., 2001; Yvon ve Rijnen, 2001). Starter olmayan laktobasillerin sitratı metabolizma etmesi sonucu asetaldehit, etanol, diasetil, aseton ve asetoin gibi lezzete katkıda bulunan bileşiklerin açığa çıkmasını sağladığı belirtilmiştir (Gürsoy ve Kınık, 2005). Dolasıyla olgunlaşma süresi sonunda inek Tulum peynirindeki tat puanın keçi Tulum peynirine göre daha yüksek olması; olgunlaşma süresinin sonunda keçi Tulum peynirinde laktobasil ve laktokok sayısı azalırken inek Tulum peynirinde artmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

İnek Tulum peynirinde olgunlaşma süresinin sonunda tat puanlarında % 12.91'lik bir düşüş gözlemlenmiştir. Arıcı ve Şimşek (1991) ve Arslaner (2008) de olgunlaşma süresinin 90. gününden sonra tat puanında azalma belirlemiştir. Ayrıca Güven ve ark. (2006) da olgunlaşma süresince peynirlerin tat puanlarının azaldığını bildirmiştir. Keçi Tulum peynirinde ise tat puanlarının olgunlaşma süresinin sonunda % 4.37 oranında arttığı tespit edilmiştir. Ateş ve Patır (2001) da araştırma yaptığı bazı Tulum peyniri çeşitlerinde olgunlaşma süresinin sonunda tat puanlarında artma belirlemiştir. Tat puanlarındaki farklılığın; olgunlaşma süresi boyunca gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyolojik aktiviteler sonucu oluşan tat ve aroma üzerinde etkili olan bileşenlerin miktarlarındaki farlılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Olgunlaşma süresi sonunda her iki Tulum peynirinde de belirlenen tat puanlarının 20-30 puanları arasında bulunmasından dolayı Tulum peynirleri tat puanları açısından TS 3001 standardına göre 2. sınıf Tulum peyniri kategorisine girmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada inek ve keçi sütleri kullanılarak Tulum peyniri üretilmiştir. Geleneksel yöntemlerle üretilmiş keçi ve inek Tulum peynirlerindeki biyoaktif peptid profili ve bu peptidlerin antioksidan, mineral bağlayıcı/şelatlama ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Belirlenen olgunlaşma sürelerinde (0., 15., 30., 60., 90. ve 120. günler) Tulum peynirlerinden suda çözünen peptidler ekstrakte edilmiştir. Ayrıca Tulum peynirlerinin olgunlaşma süresi boyunca fizikokimyasal özellikleri tespit edilmiş olup mikrobiyal florada meydana gelen değişim ve duyusal özelliklerindeki farklılıklar belirlenmiştir.

RP-HPLC analizi sonuçlarına göre en yüksek peptid sayısı (>500 mAU) her iki Tulum peynirinde de olgunlaşma süresinin 120. gününde belirlenmiştir. Keçi Tulum peynirinin daha yüksek sayıda peptid içerdiği belirlenmiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma süresi boyunca gerçekleşen proteoliz ile birlikte peptid sayılarında artış gözlemlenmiştir.

Olgunlaşma süresi boyunca elde edilen peptid ekstraktlarının antioksidan analizi iki farklı radikal bağlama yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DPPH ve $ABTS^{\bullet+}$ yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite sonuçları olgunlaşma süresi ile antioksidan aktivitenin arttığını göstermiştir. $ABTS^{\bullet+}$ yönteminde peynir tipleri arasında farklılık önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek TEAC değeri inek Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında belirlenmiştir. TEAC cinsinden en yüksek antioksidan aktivite olgunlaşma süresinin 90. ve 120. günlerinde inek Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında belirlenmiştir ($p<0.01$). DPPH yönteminde de peynir tipleri arasında farklılık önemli bulunmuş olup ($p<0.05$) en yüksek % inhibisyon değeri keçi Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında tespit edilmiştir. % inhibisyon değeri cinsinden olgunlaşma süresi boyunca en yüksek antioksidan aktivite olgunlaşma süresinin 120. gününde gözlemlenmiştir ($p<0.01$).

Şelatlama veya mineral bağlama özellikleri incelendiğinde peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuş olup en yüksek şelatlama aktivitesi keçi Tulum peynirinden elde edilen peptid ekstraktlarında belirlenmiştir ($p<0.01$). Olgunlaşma süresi boyunca en yüksek Fe^{+2} bağlama aktivitesi olgunlaşma süresinin 60. gününde keçi Tulum peynirinden elde edilen ekstraktlarda tespit edilmiştir ($p<0.01$).

Antimikrobiyal aktivite disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiş olup olgunlaşma süresinin 90. gününde keçi Tulum peynirinden elde edilmiş peptid ekstraktının *Salmonella typhimurium* ATTC 14028'e karşı inhibisyon zonu oluşturduğu gözlemlenmiştir. Zon çapı 44 mm olarak ölçülmüş ve 10 µl peptid ektraktı kullanılan diskte zon oluşumu tespit edilmiştir.

Sonuçlar neticesinde elde edilen peptid ekstraktlarının gösterdiği fonksiyonel özelliklere göre biyoaktif peptid olduğu görülmektedir. Bu nedenle çalışmada elde edilen suda çözünen peptid ekstraktları biyoaktif peptid olarak değerlendirilmiştir.

İnek ve keçi sütü kullanılarak üretilen Tulum peynirinde kuru madde ortalamaları sırasıyla % 66.26 ve % 52.08 olarak belirlenmiştir. İnek ve keçi Tulum peynirlerinde ortalama protein oranları sırasıyla % 25.49 ve 28.45 olarak tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süresi boyunca suda çözünen azot oranında peynir tipleri arasında farklılık gözlenmemiş olup ($p>0.05$) inek ve keçi Tulum peynirinde ortalama suda çözünen azot oranları sırasıyla % 0.45 ve % 0.41 olarak bulunmuştur. Olgunlaşma derecesinin inek Tulum peynirinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). Kazein azotu oranı üzerinde peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek kazein azotu oranı keçi Tulum peynirinde (% 90.85) belirlenmiştir. En yüksek yağ oranı inek Tulum peynirinde (ortalama % 33.57) belirlenmiştir. En yüksek kül oranı keçi Tulum peynirinde (% 8.85) belirlenmiştir. Olgunlaşma süresi boyunca belirlenen ortalama tuz oranları inek Tulum peynirinde % 3.37 ve keçi Tulum peynirinde % 4.57 olarak tespit edilmiştir. Her iki Tulum peynirinde de titrasyon asitliği değerlerinde olgunlaşma süresi sonunda önemli düzeyde artış tespit edilmiştir ($p<0.01$). Tulum peynirlerinde en yüksek ortalama pH değeri 5.87 ile keçi Tulum peynirinde belirlenirken, inek Tulum peynirinde ise ortalama pH değeri 5.02 olarak belirlenmiştir. Parlaklık değeri keçi Tulum peynirinde (84.19) daha yüksek bulunmuştur ($p<0.01$). İnek Tulum peynirinin yeşillik değerinin (-3.14) keçi Tulum peynirinden (-2.71) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde sarılık değeri de inek Tulum peynirinde (17.38) daha yüksek çıkmıştır ($p<0.01$). Olgunlaştırma süresi boyunca su aktivitesi değerlerinde peynir tipleri arasında farklılık gözlenmemiş olup ($p>0.05$), inek ve keçi Tulum peynirinde ortalama a_w değerleri sırasıyla 0.877 ve 0.889 olarak bulunmuştur.

TAMB sayısı üzerinde peynir tipleri arasındaki fark önemli bulunmuş olup ($p<0.01$) en yüksek TAMB sayısı keçi Tulum peynirinde (9.14 log kob/g) belirlenmiştir. İnek Tulum peynirinde mezofilik laktobasil sayısı keçi Tulum peynirinden % 17.51 daha düşük ortalamada bulunmuştur. Mezofilik laktokok sayısı ortalama olarak keçi

Tulum peynirinde daha yüksek (8.77 log kob/g) bulunmuştur. Olgunlaştırma süresi boyunca maya ve küf sayılarında peynir tipleri arasında farklılık gözlenmemiş olup ($p>0.05$) inek ve keçi Tulum peynirinde ortalama maya ve küf sayısı sırasıyla 4.52 (log kob/g) ve 4.74 (log kob/g) olarak bulunmuştur.

Kesit ve görünüş puanı en yüksek inek Tulum peynirinde belirlenmiştir ($p<0.01$). Yapı ve koku puanları açısından inek ve keçi Tulum peynirleri arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Olgunlaşma sürelerinin 90. ve 120. günlerinde belirlenen tat puanları sırasıyla inek Tulum peynirinde 30.68 ve 26.72 olarak belirlenirken keçi Tulum peynirinde ise 22.68 ve 23.67 olarak tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

Bu bir tez çalışması olduğu için sürenin ve olanakların kısıtlılığından dolayı sadece suda çözünebilen biyoaktif peptidlerin profili ve belirli fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Fakat diğer çalışmalarda farklı çözücüler kullanılarak elde edilen çeşitli biyoaktif peptid profillerinin ve bu peptidlerin fonksiyonel özelliklerinin araştırılması uygun görülmektedir. Ayrıca fonksiyonel özellikler açısından ACE inhibitörü, opioid, hipokolesterolemik, antitrombotik, antidiyabetik, immünomodülatör ve sitomodülatör (antikarsinojenik) özellikler de incelenebilir.

Bu çalışmada biyoaktif peptidlerin mineral bağlama özelliğinde demir iyonunu bağlaması incelenmiş olup; diğer çalışmalarda çinko, bakır ve kalsiyum gibi diğer mineralleri bağlama özelliği de incelenebilir.

Farklı koagülantlar, proteolitik enzimler ve starter kültürler kullanılarak olgunlaşma süresi boyunca meydana gelen peptid sayısında artış sağlanabilir. Ve bu şekilde üretilen Tulum peynirlerinden elde edilen biyoaktif peptidlerin fonksiyonel özelliklerinde artış ve çeşitlilik sağlanabileceği düşünülmektedir.

Biyoaktif peptidlerin sayısı ve gösterdikleri fonksiyonel özellikler göz önünde bulundurulduğunda terapatik açıdan keçi Tulum peynirinin tüketilmesi tavsiye edilebilir.

Fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinden en iyi sonucu elde edebilmek için homojen bir karışımın sağlanması ve tulumlara basılma işleminin hava almayacak şekilde sıkıca yapılması Tulum peyniri üretiminde dikkat edilmesi gereken hususların en başında gelmektedir.

KAYNAKLAR

Abadía-García, L., Cardador, A., Martín del Campo, S. T., Arvízu, S. M., Castaño-Tostado, E., Regalado-González, C., et al., 2013, Influence of probiotic strains added to cottage cheese on generation of potentially antioxidant peptides, antilisterial activity, and survival of probiotic microorganisms in simulated gastrointestinal conditions, *Int. Dairy J.*, 33 (2), 191-197.

Abubakar, A., Tadao, S., Kitazawa, H., Kawai, Y. and Itoh, T., 1998, Structural analysis of new antihypertensive peptides derived from cheese whey protein by proteinase K digestion, *J. Dairy Sci.*, 81 (12), 3131-3138.

Addeo, F., Chianes, L., Salzano, A., Sacchi, R., Cappuccio, V., Ferranti, P. and et al., 1992, Characterization of the 12% trichloroacetic acid-insoluble oligopeptides of Parmigiano–Reggiano cheese, *J. Dairy Res.*, 59 (03), 401-411.

Aimutis, R.W., 2004, Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis, *J. Nutr.*, 134 (4), 989-995.

Akın, N., 2002, Some properties of traditional brined Turkish cheeses, *Cheese Art*, Ragusa-Italy, 4-9.

Akın, N., 2010, Temel peynir bilimi-I, 1. baskı, *Damla Ofset*, Konya, 542.

Akyüz, N., 1981, Erzincan (Şavak) tulum peynirinin yapılışı ve bileşimi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 85-112.

Alewijn, M., Sliwinski, E. L. and Wouters, J. T. M., 2005, Production of fat derived (flavor) compounds during the ripening of Gouda cheese, *Int. Dairy J.*, 15 (6), 733-740.

Alonso, L., Juárez, M., Ramos, M. and Martín-Álvarez, P. J., 1987, Overall composition, nitrogen fractions and fat characteristics of Cabrales cheese during ripening, *Z. Lebensm. Unters. For.*, 185 (6), 481-486.

Aluko, R. E., 2012, Bioactive peptides, functional foods and nutraceuticals, *Springer Science & Business Media*, New York, 37-60.

Ames, B. N., Shigenaga, M. K. and Hagen, T. M., 1993, Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 90 (17), 7915-7922.

Arcan, İ. and Yemenicioğlu, A., 2007, Antioxidant activity of protein extracts from heat-treated or thermally processed chickpeas and white beans, *Food Chem.*, 103 (2), 301-312.

Arıcı, M. ve Şimşek, O., 1991, Kültür kullanımının tulum peynirinin duyusal, fiziksel-kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi, *Gıda,* 16 (1), 53-62.

Arnao, M. B., 2000, Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case, *Trends Food Sci. Tech.*, 11 (11), 419- 421.

Arslaner, A., 2008, Geleneksel yöntem ve farklı sütlerden ısıl işlem uygulanarak üretilen ve farklı ambalaj materyallerinde olgunlaştırılan Erzincan tulum peynirinde bazı kalite niteliklerinin tespiti, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 45-147.

Ashar, M. N. And Chand, R., 2004, Fermented milk containing ACE inhibitory peptides reduces blood pressure in middle aged hypertensive subjects, *Milchwissenschaft*, 59 (7-8), 363-366.

Ateş, G. ve Patır, B., 2001, Starter kültürlü tulum peynirinin olgunlaşması sırasında duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimler üzerine araştırmalar, *F. Ü. Sağlık Bil. Dergisi*, 15 (1), 45-56.

Ayar, A., Akın, N. ve Sert, D., 2006, Bazı peynir çeşitlerinin mineral kompozisyonu ve beslenme yönünden önemi, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 319-322.

Aydın, B. D. ve Gülmez, M., 2008, Erzincan tulum peyniri üretiminde alternatif yöntemlerin araştırılması, *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.,* 14 (1), 67-83.

Ayhan, K., 2000, Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları, Genişletilmiş 2. baskı, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını*, *Sim Matbaası*, Ankara, 522.

Baumy, J. J. and Brulè, G., 1988, Effect of pH and ionic strength on the binding of bivalent cations to b-casein, *Le Lait*, 68 (4), 409-418.

Bechinger, B., 1997, Structure and functions of channel-forming peptides: Magainins, cecropins, melittin and alamethicin, *J. Membrane Biol.,* 156 (3), 197–211.

Bellamy, W., Takase, M., Yamauchi, K., Kawase, K., Shimamura, S. and Tomita, M., 1992, Identification of the bactericidal domain of lactoferrin, *Biochimica BBA-Protein Struct. M.*, 1121 (1), 130-136.

Benny, M., Itin, A., Sachs, L. and Keshet, E., 1990, Pattern of interleukin 6 gene expression *in vivo* suggests a role for this cytokine in angiogenesis, *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 87 (8), 3092-3096.

Beresford, T. P., Fitzsimons, N. A., Brennan, N. L. and Cogan, T. M., 2001, Recent advances in cheese microbiology, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 259-274.

Bhandari, P., Kumar, N., Singh, B. and Ahuja, P. S., 2010, Online HPLC-DPPH method for antioxidant activity of Picrorhiza kurroa Royle ex Benth. and characterization of kutkoside by Ultra-Performance LC-electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry, *Indian J. Exp. Biol.*, 48 (3), 323-328.

Birkemo, G. A., O'Sullivan, O., Ross, R. P. and Hill, C., 2008, Antimicrobial activity of two peptides casecidin 14 and 17, found naturally in bovine colostrum, *J. Appl. Microbiol.,* 106 (1), 233-240.

Bouhallab, S., Mollé, D., Léonil, J., 1992, Tryptic hydrolysis of caseinomacropeptide in membrane reactor: preparation of bioactive peptides, *Biotechnol. Lett.*, 14 (9), 805-810.

Brand, V., Teschemacher, H., Bfasig, J., Henschen, A. and Lottspeich, F., 1981, Opioid activities of β-casomorphins, *Life Sci.,* 28 (17), 1903-1909.

Buffa, M. N., Trujillo, A. J., Pavia, M. and Guamis, B., 2001, Changes in textural, microstructural, and colour characteristics during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high-pressure-treated goats' milk, *Int. Dairy J.*, 11 (11), 927-934.

Butikofer, U., Meyer, J., Sieber, R. and Wechsler, D., 2007, Quantification of the angiotensin-converting enzyme-inhibiting tri-peptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in hard, semi-hard and soft cheeses, *Int. Dairy J.*, 17 (8), 968-975.

Butikofer, U., Meyer, J., Sieber, R., Walther, B. and Wechsler, D., 2008, Occurrence of the angiotension-converting enzyme-inhibiting tri-peptides Val-Pro-Pro and Ile-Pro-Pro in different cheese varieties of Swiss origin, *J. Dairy Sci.*, 91 (1), 29-38.

Case, P., Braoley, R. L. and Williams, R. R., 1985, Chemical and physical methods, In 'Standart methods for the examination of dairy products', 15th edition, Ed., Richardson, G. H., *American Public Health Association*, Washington D. C., 327-402.

Castro, R. J. S., Bagagli, M. P. and Sato, H. H., 2015, Improving the functional properties of milk proteins: focus on the specificities of proteolytic enzymes, *Curr. Opin. Food Sci.,* 1, 64-69.

Ceballos, L. S., Morales, E. R., de la Torre Adarve, G., Castro, J. D., Martínez, L. P. and Sampelayo, M. R. S., 2009, Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology, *J. Food Compos. Anal.*, 22 (4), 322-329.

Chabance, B., Jolles, P., Izquierdo, C., Mazoyer, E., Francoual, C., Drouet, L. and Fiat, A. M., 1995, Characterization of an antithrombotic peptide from kappa-casein in newborn plasma after milk ingestion, *Brit. J. Nutr.*, 73 (04), 583-590.

Chabance, B., Marteau, P., Rambaud, J.C., Migliore-Samour, D., Boynard, M., Perrotin, P., Guillet, R., Jollès, P. and Fiat, A.M., 1998, Casein peptide release and passage to the blood in humans during digestion of milk or yogurt, *Biochimie*, 80 (2), 155-165.

Chang, K.J., Killian, A., Hazum, E. and Cuatrecasas, P., 1981, Morphiceptin: a potent and specific agonist for morphine 1 receptors, *Science*, 212 (4490), 75-77.

Chen, H. M., Muramoto, K., Yamauchi, F. and Nokihara, K., 1996, Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidative peptide isolated from digests of a soybean protein, *J. Agr. Food Chem.*, 44, 2619-2623.

Chen, H. M., Muramoto, K., Yamauchi, F., Fujimoto, K. and Nokihara, K., 1998, Antioxidative properties of histidine-containing peptides designed from peptide fragments found in the digests of a soybean protein, *J. Agr. Food Chem.*, 46 (1), 49-53.

Chevalier, F., Chobert, J. M., Genot, C. and Haertlé, T., 2001, Scavenging of free radicals, antimicrobial, and cytotoxic activities of the Maillard reaction products of β-lactoglobulin glycated with several sugars, *J. Agr. Food Chem.*, 49 (10), 5031-5038.

Chiba, H. and Yoshikawa, M., 1986, Biologically functional peptides from food proteins: new opioid peptides from milk proteins, *Protein Tailoring for Food and Medical Uses*, New York, 123-153.

Chobert, J. M., El-Zahar, K., Sitohy, M., Dalgalarrondo, M., Métro, F., Choiset, Y. and Haertle, T., 2005, Angiotensin I-convertingenzyme (ACE) inhibitory activity of tryptic peptides of ovine β-lactoglobulin and of milk yoghurts obtained by using different starters, *Le Lait*, 85 (3), 141-152.

Cichoscki, A. J., Valduga, E., Valduga, A. T., Tornadijo, M. E. and Fresno, J. M., 2002, Characterization of Prato cheese, a Brazilian semi-hard cow variety: evolution of physico-chemical parameters and mineral composition during ripening, *Food Control*, 13 (4), 329-336.

Clare, D. A. and Swaisgood, H. E., 2000, Bioactive milk peptides a prospectus, *J. Dairy Sci.*, 83 (6), 1187-1195.

Cogan, T. M., Barbosa, M., Beuvier, E., Bianchi-Salvadori, B., Cocconcelli, P. S., Fernandes, I., Gomez, J., Gomez, R., Kalantzopoulos, G., Ledda, A., Medina, M., Rea, M. C. and Rodriguez, E., 1997, Characterisation of the lactic acid bacteria in artisanal dairy products, *J. Dairy Res.*, 64 (03), 409-421.

Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G., 2003a., Evidence for a relationship between autolysis of starter bacteria and lipolysis in Cheddar cheese, *J. Dairy Res.*, 70 (01), 105-113.

Collins, Y. F., McSweeney, P. L. H. and Wilkinson, M. G., 2003b., Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge, *Int. Dairy J.*, 13 (11), 841-866.

Corrêa, A. P. F., Daroit, D. J., Coelho, J., Meira, S. M., Lopes, F. C., Segalin, J. and Brandelli, A., 2011, Antioxidant, antihypertensive and antimicrobial properties of ovine milk caseinate hydrolyzed with a microbial protease, *J. Sci. Food Agr.*, 91 (12), 2247-2254.

Coşkun, H. ve Öndül, E., 2004, Keçi sütü ve insan beslenmesindeki önemi, *Gıda,* 29 (6), 411-418.

Cross, K. J., Huq, N. L., Palamara, J.E., Perich, J. W. and Reynolds, E. C., 2005, Physicochemical characterization of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate nanocomplexes, *Biol. Chem.,* 280 (15), 15362-15369.

Çağlar, A. ve Çakmakçı, S., 1998, Kaşar peynirinin hızlı olgunlaştırılmasında proteaz ve lipaz enzimlerinin farklı metotlarla kullanımı, 1. Peynirlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, *Gıda,* 23 (4), 291-301.

Çakır, O., 2011, Erzincan tulum peynirinin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin tespiti ile bu örneklerde koagulaz (+) *S. aureus* ve *E. coli* Q157:H7'nin aranması, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Erzurum, 32-43.

Çakmakçı, S. ve Kurt, A., 1993, Salamura tuz oranı ve olgunlaşma süresinin $CaCl_2$ ve lesitin ilavesiyle üretilen beyaz salamura peynir kalitesine etkisi, *Gıda,* 18 (1), 21-28.

Çakmakçı, S., Dağdemir, E., Hayaloğlu, A. A., Gürses, M. and Gündoğdu, E., 2008, Influence of ripening container on the lactic acid bacteria population in Tulum cheese, *World J. Microb. Biot.,* 24 (3), 293-299.

Çelik, Ş. and Uysal, Ş., 2009, Composition, quality, microflora and ripening of beyaz cheese, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.,* 40 (1), 141-151.

Dağdemir, V., 2000, Erzincan ilinde tulum peynirinin imalat maliyeti ve pazarlama marjının belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Turk. J. Agric. For.,* 24, 57-61.

Daniel, H., Vohwinkel, M. and Rehner, G., 1990, Effect of casein and beta-casomorphins on gastrointestinal motility in rats, *J. Nutr.,* 120, 252-257.

Defilippi, C. and Gomez, E., 1995, Effect of casein and casein hydrolysate on small bowel motility and d-xylose absorption in dogs, *Neurogastroent. Motil.,* 7 (4), 229-234.

Delgado, F. J., González-Crespo, J., Cava, R. and Ramírez, R., 2011, Proteolysis, texture and colour of a raw goat milk cheese throughout the maturation, *Eur. Food Res. Technol.,* 233 (3), 483-488.

Dias, B. and B. Weimer., 1998, Conversion of methionine to thiols by lactococci, lactobacilli, and brevibacteria, *Appl. Environ. Microb.,* 64 (9), 3320-3326.

Díaz, M., Dunn, C. M., McClements, D. J. and Decker, E. A., 2003, Use of caseinophosphopeptides as natural antioxidants in oil-in-water emulsions, *J. Agr. Food Chem.,* 51 (8), 2365-2370.

Dinkçi, N., Ünal, G., Akalın, A. S., Varol, S. ve Gönç, S., 2012, Kargı Tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,* 49 (3), 287-292.

Dostal, D. E. and Baker, K. M., 1999, The cardiac renin-angiotensin system: conceptual, or a regulator of cardiac function?, *Circ. Res.*, 85 (7), 643-650.

Dubay, C., Vincent, M., Samani, N. J., Hilbert, P., Kaiser, M. A., Beressi, J. P. and et al, 1993, Genetic determinants of diastolic and pulse pressure map to different loci in Lyon hypertensive rats, *Nat. Genet.*, 3 (4), 354-357.

Dufossé, L., Galaup, P., Carlet, P., Flamin, C. and Valla, A., 2005, Spectrocolorimetry in the CIE *L**a*b color space as useful tool for monitoring the ripening process and the quality of POD red smear soft cheeses, *Food Res. Int.*, 38 (8), 919-924.

Durlu-Özkaya, F. ve Gün, İ., 2007, Anadolu'da peynir kültürü, *Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 10-15.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metotları (İstatistik metotları-II), No: 1021, *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları*, Ankara, 381.

Ellison, R. T., Giehl, T. J. and LaForce, F. M., 1988, Damage of the outer membrane of entric Gram-negative bacteria by lactoferrin and transferrin, *Infect. Immun.*, 56 (11), 2774-2781.

El-Nimr, A. A., Eissa, H. A., El-Abd, M. M., Mehriz, A. A., Abbs, H. M. and Bayoumi, H. M., 2010, Water activity, color characteristics and sensory properties of Egyptian Gouda cheese during ripening, *J. Am. Sci.*, 6 (10), 447-453.

Emirmustafaoglu, A. and Coşkun, H., 2012, The changes in the Herby cheese made with goat milk, cow milk and mixture of these milks during ripening, *Gıda-J. Food*, *37* (4), 211-218.

Epand, R. C. and H. J. Vogel., 1999., Diversity of antimicrobial peptides and their mechanisms of action, *BBA-Biomembranes*, 1462 (1), 11-28.

Erba, D., Ciappellano, S. and Testolin, G., 2002, Effect of the ratio of casein phosphopeptides to calcium (w/w) on passive calcium transport in the distal small intestine of rats, *Nutrition*, 18 (9), 743-746.

Erceyes, Ö., Tokatlı, M., Bayram, M., Erinç, H., Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M., 2006, Tokat piyasasında satışa sunulan tulum peynirlerin bazı niteliklerinin incelenmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi,* Bolu, 779.

Erdmann, K., Cheung, B. W. and Schröder, H., 2008, The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease, *J. Nutr. Biochem.*, 9 (10), 643-654.

Fandiño, R., Otte, J. and Van Camp, J., 2006, Physiological, chemical and technological aspects of milk-protein-derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity, *Int. Dairy J.*, 16 (11), 1277-1293.

Farkye, N. T. and Fox, P.F., 1990, Objective indices of cheese ripening, *Trends Food Sci. Tech.*, 1, 37-40.

Farkye, N. Y., 2004, Cheese technology, *Int. J. Dairy Technol.*, 57 (2-3), 91-98.

Farley, J., Loup, D., Nelson, M., Mitchell, Esplund, G., Macri, C., Harrison, C. and Gray, K., 1997, Neoplastic transformation of the endocervix associated with down regulation of lactoferrin expression, *Molecular Carcinogen.*, 20 (2), 240-250.

FitzGerald, R. J., Murray, B. A. and Walsh, D. J., 2004, Hypotensive peptides from milk proteins, *J. Nutr.*, 134 (4), 980-988.

FitzGerald, R. J. and Murray, B. A., 2006, Bioactive peptides and lactic fermentations, *Int. J. Dairy Technol.*, 59 (2), 118-125.

Foda, E. A., Hammond, E. G., Reinbold, G. W. and Hotchkiss, D. K., 1974, Role of fat in flavour of Cheddar cheese, *J. Dairy Sci*, 57 (10), 1137-1142.

Forde, A. and Fitz-Gerald, G. F., 2000, Biotechnological approaches to the understanding and improvement of mature cheese flavor., *Curr. Opin. Biotech.*, 11 (5), 484-489.

Fox, P. F., 1989, Proteolysis during cheese manufacture and ripening, *J. Dairy Sci.*, 72 (6), 1379-1400.

Fox, P. F. and Law, J., 1991, Enzymology of cheese ripening, *Food Biotechnol.*, 5 (3), 239-262.

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. and Lynch, C. M., 1998, Significance of non-starter lactic acid bacteria in Cheddar cheese, *Aust. J. Dairy Technol.*, 53 (2), 83-89.

Froetschel, M. A., 1996, Bioactive peptides in digesta that regulate gastrointestinal function and intake, *J. Anim. Sci.*, 74 (10), 2500-2508.

Gagnaire, V., Molle, D., Herrouin, M. and Leonil, J., 2001, Peptides identified during Emmental cheese ripening: Origin and proteolytic systems involved, J. *Agr. Food Chem.*, 49 (9), 4402-4413.

Gannon, M. C., Nuttall, F. Q., Lane, J.T. and Burmeister, L. A., 1992, Metabolic response to Cottage cheese or egg white protein, with or without glucose, in type II diabetic subjects, *Metabolis.*, 41 (10), 1137-1145.

García-Montoya, I. A., Cendón, T. S., Arévalo-Gallegos, S. and Rascón-Cruz, Q., 2012, Lactoferrin a multiple bioactive protein: an overview, *BBA-Gen. Subjects*, 1820 (3), 226-236.

Gill, H. S. and Rutherfurt, K. J., 1998, Immunomodulatory properties of bovine milk, *Bulletin-FIL-IDF*, 336, 31-35.

Gill, H. S., Doull, F., Rutherfurd, K. J. and Cross, M. L., 2000, Immunoregulatory peptides in bovine milk, *Brit. J. Nutr.*, 84 (1), 111-117.

Gómez-Ruiz, J. A., Ramos, M. and Recio, I., 2002, Angiotensinconverting enzyme-inhibitory peptides in Manchego cheeses manufactured with different starter cultures, *Int. Dairy J.*, 12 (8), 697-706.

Gobbetti, M., Ferranti, P., Smacchi, E., Goffredi, F. and Addeo, F., 2000, Production of angiotensin-I-converting-enzyme-inhibitory peptides in fermented milks started by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SS1 and *Lactococcus lactis subsp. cremoris* FT4, *Appl. Environ. Microb.*, 66 (9), 3898-3904.

Gobbetti, M., Stepaniak, L., De Angelis, M., Corsetti, A. and Di, R., 2002, Latent bioactive peptides in milk proteins; proteolytic activation and significance in dairy processing, *Crit. Rev. Food Sci.*, 42 (3), 223-239.

Gobbetti, M., Minervini, F. and Rizzello, C.G., 2004, Angiotensin I-converting-enzyme- inhibitory and antimicrobial bioactive peptides, *Int. J. Dairy Technol.*, 57 (2-3), 172-188.

Goosen, C., 2014, Consumer acceptance of Cheddar cheese: Intrinsic, extrinsic and socio-demographic influences, Doctoral dissertation, *Stellenbosch University*, Stellenbosch, 107-112.

Guinee, T. P., 2004, Salting and role of salt in cheese, *Int. J. Dairy Technol.*, 57 (2-3), 99-109.

Gupta, A., Mann, B., Kumar, R. and Sangwan, R. B., 2009, Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening, *Int. J. Dairy Technol.*, 62 (3), 339-347.

Gürsoy, O. ve Kınık, Ö., 2005, Laktobasiller ve probiyotik peynir üretiminde kullanım potansiyelleri, *Pamukkale Üniv. Müh. Bilim. Derg.*, 11 (3), 361-371.

Gürsoy, O., 2005, Bazı probiyotik bakterilerin destek kültür olarak beyaz peynir üretiminde kullanımı, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* İzmir.

Güven, M., Saydam, İ. B. ve Karaca, O. B., 2006, Kazeinat kullanımının beyaz peynir randımanı ve özellikleri üzerine etkisi, *Gıda,* 31 (4), 187-194.

Haki, S., 2012, Erzincan tulum peynirinde *Staphylococcus aureus* sayısının olgunlaşma süresince değişimi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Erzurum, 33-65.

Hambræus, L., 1992, Advanced dairy chemistry-1: Proteins: Nutritional aspects of milk proteins, Ed. 2, Editor: Fox, P. F., *Elsevier Applied Science*, London, 457-490.

Haque, E., Chand, R. and Kapila, S., 2008, Biofunctional properties of bioactive peptides of milk origin, *Food Rev. Int.*, 25 (1), 28-43.

Harrigan, W. F. and MacChance, M. E., 1976, Laboratory methods in food and dairy microbiology, *Academic Press*, London, 452.

Harrigan, W. F., 1998, Laboratory methods in food microbiology, 3rd edition, *Academic Press*, London, 532.

Hartmann, R. and Meisel, H., 2007, Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications, *Curr. Opin. Biotech.*, 18 (2), 163–169.

Hayes, M., Stanton, C., Fitzgerald, G. F. and Ross, R. P., 2007, Putting microbes to work: dairy fermentation, cell factories and bioactive peptides, Part II: Bioactive peptide functions, *Biotechnol. J.*, 2 (4), 435-449.

Hernández, I., Barron, L. J. R., Virto, M., Perez-Elortondo, F. J., Flanagan, C., Rozas, U., Najera, A. I., Albisu, M., Vicente, M. S. and De Renobales, M., 2009, Lipolysis, proteolysis and sensory properties of ewe's raw milk cheese (Idiazabal) made with lipase addition, *Food Chem.*, 116 (1), 158-166.

Hernández-Ledesma, B., Amigo, L., Ramos, M. and Recio, I., 2004, Angiotensin converting enzyme inhibitory activity in commercial fermented products, Formation of peptides under simulated gastrointestinal digestion, *J. Agr. Food Chem.*, 52 (6), 1504-1510.

Hernandez-Ledesma, B., Davalos, A., Bartolome, B. and Amigo, L., 2005, Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α-lactalbumin and β-lactoglobulin, Identification of active peptides by HPLC-MS/MS, *J. Agr. Food Chem.*, 53 (3), 588-593.

Hoerr, R. A. and Bostwick, E. F., 2000, Bioactive proteins and probiotic bacteria: modulators of nutritional health, *Nutrition 16*, 7 (8), 711-713.

Holland, R., Liu, S. Q., Crow, V. L., Delabre, M. L., Lubbers, M., Bennett, M. and Norris, G., 2005, Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour: Milk fat hydrolysis, alcoholysis and esterification: a review, *Int. Dairy J.*, 15 (6), 711-718.

Holst, J. J. and Orskov, C., 2001, Incretin hormones: an update, *Scand. J. Clin. Lab. Inv.*, 61 (234), 75-85.

Hoppe, C., Mølgaard, C., Vaag, A., Barkholt, V. and Michaelsen, K. F., 2005, High intakes of milk, but not meat, increase s-insulin and insulin resistance in 8-year-old boys, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 59 (3), 393-398.

Hori, G., Wang, M. F., Chan, Y.C., Komatsu, T., Wong, Y.C., Chen, T.H., Yamamoto, K., Nagaoka, S. and Yamamoto, S., 2001, Soy protein hydrolyzate with bound phospholipids reduces serumcholesterol levels in hypercholesterolemic adult male volunteers, *Biosci. Biotech. Bioch.*, 65 (1), 72-78.

IDF (International Dairy Federation), 1993, Determination of nitrogen content, *FIL-IDF Standard 20B, Brussels, Belgium*.

Jaeger, K. E., Ransac, S., Dijkstra, B. W., Colson, C., Heuvel, M. and Misset, O., 1994, Bacterial lipases, *FEMS Microbiol. Rev.*, 15 (1), 29-63.

Jaspard, E., Costerousse, O., Wei, L., Corvol, P. and Alhenc-Gelas, F., 1992, The angiotensin I-converting enzyme (kininase II): molecular and regulatory aspects, *Agents Actions*, 38, 349-358.

Jensen, R. G. and Pitas, R. E., 1976, Milk lipoprotein lipases: a review, *J. Dairy Sci.*, 59 (7), 1203-1214.

Jung, H. J., Ko, E. J. and Kwak, H. S., 2013, Comparison of Physicochemical and Sensory Properties between Cholesterol-removed Gouda Cheese and Gouda Cheese during Ripening, *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, 26 (12), 1773-1780.

Karaca, O. B., 2007, Mikrobiyel kaynaklı proteolitik ve lipolitik enzim kullanımının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Adana, 52-140.

Keleş, A. ve Atasever, M., 1996, Divle tulum peynirlerinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite nitelikleri, *Süt Teknolojisi Derg.*, 1 (1), 47-53.

Kınık, Ö. ve Gürsoy, O., 2002, Süt proteinleri kaynaklı biyoaktif peptitler, *Pamukkale Üniv. Müh. Bilim. Derg.*, 8 (2), 195-203.

Kırmacı, H. A., Hayaloğlu, A. A., Özer, H. B., Atasoy, A. F. and Türkoğlu, H., 2014, Evolution of proteolysis in Urfa cheese made from ewe's milk by wild type starter culture systems, *Small Ruminant Res.*, 119 (1), 120-129.

Kieronczyk, A., Skeie, S., Olsen, K. and Langsrud, T., 2001, Metabolism of amino acids by resting cells of non-starter lactobacilli in relation to flavour development in cheese, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 217-224.

Kieronczyk, A., Skeie, S., Langsrud, T. and Yvon, M., 2003, Cooperation between *Lactococcus lactis* and nonstarter lactobacilli in the formation of cheese aroma from amino acids, *Appl. Environ. Microb.*, 69 (2), 734-739.

Kitts, D. D. and Weiler, K., 2003, Bioactive proteins and peptides from food sources, Applications of bioprocesses used in isolation and recovery, *Curr. Pharm. Design*, 9 (16), 1309-1323.

Koburger, J. A. and Marth, E. H., 1984, Yeasts and molds, In: Compendium of methods for the microbiological examinations of foods, Edited by Speck, M. L., *American Public Health Association*, Washington D.C., 197-201.

Korhonen, H. J., and Pihlanto, A., 2003, Bioactive peptides: new challenges and opportunities for the dairy industry, *Aust. J. Dairy Technol.*, 58 (2), 129-134.

Korhonen, H. J., and Pihlanto- Leppälä, A., 2004, Milk-derived bioactive peptides: formation and prospects for health promotion, Handbook of Functional Dairy Products, Vol. 6, Edited by Shortt C. and O'Brien, J., *CRC Press LLC,* Florida-USA, 109-124.

Korhonen, H. J., and Pihlanto-Leppälä, A., 2006, Bioactive peptides, production and functionality, *Int. Dairy J.*, 16 (9), 945-960.

Korhonen, H. J., 2009, Bioactive milk proteins and peptides: from science to functional applications, *Aust. J. Dairy Technol.*, 64 (1), 16-25.

Kuchroo, C. N. and Fox, P. F., 1982, Soluble nitrogen in Cheddar cheese: comparison of extraction procedures, *Milchwissenschaft: Milk Science International Journal*, 37 (6), 331-335.

Kurt, A., Çakmakçı, S., Çaglar, A. ve Akyüz, N., 1991, Erzincan Tulum (Şavak) peynirinin yapılışı, duyusal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde bir araştırma, *Gıda,* 16 (5), 295-302.

Kurt, A., Çakmakçı S. ve Çağlar A., 1993, Süt ve mamülleri muayene analiz metotları rehberi, No: 257, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, Erzurum, 398.

Lahov, E. and Regelson, W., 1996, Antibacterial and immunostimulating casein-derived substances from milk: casecidin, isracidin, peptides, *Food Chem. Toxicol.*, 34 (1), 131-145.

Lang, K. W. and Steinberg, M. P., 1980, Calculation of moisture content of a formulated food system to any given water activity, *J. Food Sci.*, 45 (5), 1228-1230.

Lavoie, J. L. and Sigmund, C. D., 2003, Minireview: overview of the renin-angiotensin system-an endocrine and paracrine system, *Endocrinology*, 144 (6), 2179-2183.

Law, B. A., 1979, Enzymes of psychrotrophic bacteria and their effects on milk and milk products, *J. Dairy Res.*, 46 (03), 573-588.

Law, B. A., 2001, Controlled and accelerated cheese ripening: The research base for new technologies, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 383-398.

LeBlanc, J.G., Matar, C., Valdez, J.C., LeBlanc, J. and Perdigon, G., 2002, Immunomodulating effects of peptidic fractions issued from milk fermented with *Lactobacillus helveticus*, *J. Dairy Sci.*, 85 (11), 2733-2742.

Lenoir, J., 1984, The surface flora and its role in the ripening of cheese, *Int. Dairy Fed. Annu. Bull.*, 171, 3-20.

Léonil, J., Gagnaire, V., Mollé, D., Pezennec, S. and Bouhallab, S., 2000, Application of chromatography and mass spectrometry to the characterization of food proteins and derived peptides, *J. Chromatogr. A*, 881 (1), 1-21.

Livney, Y. D., 2010, Milk proteins as vehicles for bioactives, *Curr. Opin. Colloid In.*, 15 (1), 73-83.

Loukas, S., Varoucha, D., Zioudrou, C., Streaty, R. A. and Klee, W. A., 1983, Opioid activities and structures of α-casein-derived exorphins, *Biochemistry-US*, 22 (19), 4567-4573.

Loukas, S., Panetsos, F., Donga, E. and Zioudrou, C., 1990, Selective δ-antagonist peptides, analogs of α-casein exorphin, as probes for the opioid receptor, In β-casomorphins and related peptides, Editors: Nyberg, F. and Brantl, V., *Fyris-Tryck AB*, Uppsala-Sweeden, 143-149.

Lund, M. and Ardö, Y.. 2004, Purification and identification of water-soluble phosphopeptides from cheese using Fe (III) affinity chromatography and mass spectrometry, *J. Agr. Food Chem.*, 52 (21), 6616-6622.

Marchesini, G., Balzan, S., Segato, S., Novelli, E. and Andrighetto, I., 2009, Colour traits in the evaluation of the ripening period of Asiago cheese, *Ital. J. Anim. Sci.*, 8 (2s), 412-413.

Marshall, K., 2004, Therapeutic applications of whey protein, *Altern. Med. Rev.*, 9 (2), 136-156.

Marth, E. H. and Steele, J.L., 2001, Applied dairy microbiology, Second edition, *CRC Press*, Newyork, 748.

Matar, C., Goulet, J., Bernier, R.L. and Brochu, E., 2000, Bioactive peptides from fermented foods: their role in the immune system, in Probiotics 3: Immunomodulation by the gut microflora and probiotics, Editors: Fuller, R. and Perdigon, E., *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands, 193-212.

Matar, C., Valdez, J.C., Medina, M., Rachid, M. and Perdigon, G., 2001, Immunomodulating effects of milks fermented by *Lactobacillus helveticus* and its non-proteolytic variant, *J. Dairy Res.*, 68 (04), 601-609.

Matar, C., LeBlanc, J. G., Martin, L. and Perdigón, G., 2003, Biologically active peptides released in fermented milk: role and functions, Handbook of fermented functional foods, Edited by Farnworth, E. R., *Taylor and Francis Group CRC Press*, Florida, 177-201.

McCann, K. B., Shiell, B. J., Michalski, W. P., Lee, A., Wan, J., Roginski, H. and et al., 2005, Isolation and characterisation of antibacterial peptides derived from the f(164-207) region of bovine α_{s2}-casein, *Int. Dairy J.*, 15 (2), 133-143.

McCann, K.B., Shiell, B.J., Michalski, WP., Lee, A., Wan, J., Roginski, H. and Coventry, M.J., 2006, Isolation and characterisation of a novel antibacterial peptide from bovine α_{s1}-casein, *Int. Dairy J.*, 16 (4), 316-323.

McClements, D. J., Decker, E. A., Park, Y. and Weiss, J., 2009, Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods, *Crit. Rev. Food Sci.*, 49 (6), 577-606.

McSweeney, P. L. H. and Sousa, M. J., 2000, Biochemical pathways for the production of flavor compounds in cheese during ripening: a review, *Le Lait*, 80 (3), 293-324.

McSweeney, P. L. H., 2004, Biochemistry of cheese ripening, *Int. J. Dairy Technol.*, 57 (2-3), 127-144.

McSweeney, P. L. H. and Fox, P. F., 2004, Metabolism of residual lactose and of lactate and citrate, Cheese: chemistry, physics and microbiology: general aspects, Vol. I, Editors: Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., Cogan, T. M. and Guinee, T. P., *Elsevier Academic Press*, London, 361-371.

Meira, S. M. M., Daroit, D. J., Helfer, V. E., Corrêa, A. P. F., Segalin, J., Carro, S. and Brandelli, A., 2012, Bioactive peptides in water-soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brazil and Uruguay, *Food Res. Int.*, 48 (1), 322-329.

Meisel, H. and Schlimme, E., 1990, Milk proteins: precursors of bioactive peptides, *Trends Food Sci. Tech.*, 1 (2), 41-43.

Meisel, H., Goepfert, A. and Gunther, S., 1997, ACE-inhibitory activities in milk products, *Milchwissenschaft*, 52 (6), 307-311.

Meisel, H., 1998, Overview on milk protein-derived peptides, *Int. Dairy J.*, 8 (5), 363-373.

Meisel, H. and Bockelmann, W., 1999, Bioactive peptides encrypted in milk proteins: proteolytic activation and thropho-functional properties, *A. Van Leeuw. J. Microb.*, 76 (1-4), 207-215.

Meisel, H. and FitzGerald, R. J., 2003, Biofunctional peptides from milk proteins: mineral binding and cytomodulatory effects, *Curr. Pharm. Design*, 9 (16), 1289-1296.

Meisel, H., 2004, Multifunctional peptides encrypted in milk proteins, *Biofactors*, 21 (1-4), 55-61.

Meisel, H., 2005, Biochemical properties of peptides encrypted in bovine milk proteins, *Curr. Med. Chem.*, 12 (16), 1905-1919.

Meisel, H., Walsh, D. J., Murray, B. A. and FitzGerald, R. J., 2006, ACE inhibitory peptides, In nutraceutical proteins and peptides in health and disease, Edited by Mine, Y. and Shahidi, F., *CRC Press LLC*, USA, 269-315.

Mendeş, M., 2012, Uygulamalı bilimler için istatistik ve araştırma yöntemleri, 2. baskı, Editör: Ergül, E., *Kriter Yayınevi*, İstanbul, 292-294.

Mendia, C., Ibanez, F. C., Torre, P. and Barcina, Y., 1999., Effect of pasteurization on the sensory characteristics of a ewe's-milk cheese, *J. Sens. Stud.*, 14 (4), 415-424.

Messerli, F. H., Michael, A. W. and Hans, R. B., 1996, Angiotensin II receptor inhibition: a new therapeutic principle, *Arch. Intern. Med.*, 156 (17), 1957-1965.

Metin, M., 2003, Süt teknolojisi: sütün bileşimi ve işlenmesi, 5. Baskı, *Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir, 802.

Mierke, D.F., Nobner, G., Shiller, P.W. and Goodman, M., 1990, Morphiceptin analogs containing 2-aminocyclopentane carboxylic acid as a peptidomimetic for proline, *Int. J. Pept. Prot. Res.*, 35 (1), 35–45.

Migliore -Samour, D. and Jollés, P., 1988, Casein prohormone with an immunomodulating role for the newborn, *Experientia,* 44 (3), 188-193.

Minitab, 1991, Minitab Referenee Manual (Release 7.1), Minitab Inc. Statc Coll PS 16801, USA.

Mistry, V. V., 2001, Low fat cheese technology, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 413-422.

Morul, F., 2011, Divle tulum peynirinin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,* Van, 51-56.

Möller, N. P., Scholz-Ahrens, K. E., Roos, N. and Schrezenmeir, J., 2008, Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects, *Eur. J. Nutr.,* 47 (4), 171-182.

Muehlenkamp, M. R. and Warthesen, J. J., 1996, β-Casomorphins: Analysis in cheese and susceptibility to proteolytic enzymes from *Lactococcus lactis ssp. cremoris*, *J. Dairy Sci.*, 79 (1), 20-26.

Nagaoka, S., Futamura, Y., Miwa, K., Awano, T., Yamauchi, K., Kanamaru, Y. and et al, 2001, Identification of novel hypocholesterolemic peptides derived from bovine milk β-lactoglobulin, *Biochem. Bioph. Res. Co.*, 281 (1), 11-17.

Nakamura, Y., Yamamoto, N., Sakai, K. and Takano, T., 1995, Antihypertensive effect of sour milk and peptides isolated from it that are inhibitors to angiotensin I-converting enzyme, *J. Dairy Sci.*, 78 (6), 1253-1257.

Nilsson, M., Stenberg, M., Frid, A. H., Holst, J. J, and Björck, I. M. E., 2004, Glycemia and insulinemia in healthy subjects after lactose equivalent meals of milk and other food proteins: the role of plasma amino acids and incretins, *Am. J. Clin. Nutr.*, 80 (5), 1246 –1253.

Ochoa, T.J. and Cleary, T.G., 2009, Effect of lactoferrin on enteric pathogens, *Biochimie*, 91 (1), 30-34.

Ondetti. M. A. and Cushman, D. W., 1982, Enzymes of the renin-angiotensin system and their inhibitors, *Annu. Rev. Biochem.*, 51 (1), 283-308.

Ong, L., Henriksson, A. and Shah, N. P., 2007, Proteolytic pattern and organic acid profiles of probiotic products, *Int. Dairy J.*, 5, 877-903.

Osman, A. M., Wong, K. K. Y., Hill, S. J. and Fernyhough, A., 2006, Isolation and the characterization of the degradation products of the mediator ABTS-derived radicals formed upon reaction with polyphenols, *Biochem. Bioph. Res. Co.*, 340 (2), 597-603.

Öner, Z., Karahan, G.A. ve Aloğlu, H., 2005, Starter kültür kullanılarak yapılan tulum peynirlerinin bazı özellikleri, *Gıda,* 30 (1), 57-62.

Östman, E. M., Elmståhl, H. G. M. L. and Björck, I. M. E., 2001, Inconsistency between glycemic and insulinemic responses to regular and fermented milk products, *Am. J. Clin. Nutr.*, 74 (1), 96-100.

Özay, G., Pala, M. ve Saygı, B., 1993, Bazı gıdaların su aktivitesi yönünden incelenmesi, *Gıda,* 18 (6), 337-383.

Özbaş, Z. Y., 1991, Acidophilus'lu yoğurt üretim teknikleri, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 207.

Özdemir, S. and Sert, S., 1994, Gıda mikrobiyolosi tatbikat notları, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Erzurum, 28, 8-9.

Park, Y. W. and Jin, Y. K., 1998, Proteolytic patterns of Caciotta and Monterey Jack hard goat milk cheeses as evaluated by SDS-PAGE and densitometric analyses, *Small Ruminant Res.*, 28 (3), 263-272.

Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M. and Haenlein, G. F. W., 2007, Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk, *Small Ruminant Res.*, 68 (1), 88-113.

Paroli, E., 1988, Opioid peptides from food (the exorphins), *World Rev. Nutr. Diet.*, 55, 58-97.

Parrot, S., Degraeve, P., Curia, C. and Martial-Gros, A., 2003, *In vitro* study on digestion of peptides in Emmental cheese: analytical evaluation and influence on angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides, *Nahrung*, 47 (2), 87-94.

Pekel, M. ve Korukluoğlu, M., 2009, Sivas yöresinde üretilen küp peynirinin mikrobiyolojik, kimyasal kalitesi ve küf florasının belirlenmesi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 24 (1), 1-7.

Peña-Ramos, E. A., Xiong, Y. L. and Arteaga, G. E., 2004, Fractionation and characterisation for antioxidant activity of hydrolysed whey protein, *J. Sci. Food Agr.*, 84 (14), 1908-1918.

Peng, X., Xiong, Y. L. and Kong, B., 2009, Antioxidant activity of peptide fractions from whey protein hydrolysates as measured by electron spin resonance, *Food Chem.*, 113 (1), 196-201.

Perdigón, G., Valdez, J. C. and Rachid, M., 1998, Antitumour activity of yogurt: study of possible immune mechanisms, *J. Dairy Res.*, 65 (01), 129-138.

Perotti, M. C., Bernal, S. M., Meinardi, C. A. and Zalazar, C. A., 2005, Free fatty acid profiles of Reggianito Argentino cheese produced with different starters, *Int. Dairy J.*, 15 (11)**,** 1150-1155.

Phanturat, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Roytrakul, S., 2010, Use of pyloric caeca extract from bigeye snapper (*Priacanthus macracanthus*) for the production of gelatin hydrolysate with antioxidative activity, *Lebensm-Wiss Technol.*, 43 (1), 86-97.

Pihlanto-Leppälä, A., Rokka, T. and Korhonen, H., 1998, Angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides derived from bovine milk proteins, *Int. Dairy J.*, 8 (4), 325-331.

Pihlanto-Leppälä, A., 2001, Bioctive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides, *Trends Food Sci. Tech..*, 11 (9), 347-356.

Pihlanto- Leppälä, A., 2006, Antioxidative peptides derived from milk proteins, *Int. Dairy J.*, 16 (11),1306-1314.

Pinho, O., Mendes, E., Alves, M. M. and Ferreira I. M. P. L. V. O., 2004, Chemical, physical and sensorial characteristics of Terrincho ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison, *J. Dairy Sci.*, 87 (2), 249-257.

Preuffer, M. and Schrezenmeir, J., 2000, Bioactive Substances in milk with properties decreasing risk of cardiovascular diseases, *Brit. J. Nutr.*, 84 (1), 155-159.

Pritchard, S. R., Phillips, M. and Kailasapathy, K., 2010, Identification of bioactive peptides in commercial Cheddar cheese, *Food Res. Int*. 43 (5), 1545-1548.

Purohit, A., Newman, S. P. and Reed, M. J., 2002, The role of cytokines in regulating estrogen synthesis: implications for the etiology of breast cancer, *Breast Cancer Res.*, 4 (2), 65-69.

Ramzan, M., Nuzhat, H., Tita, M. and Tita, O., 2010, Relative changes in pH and acidity during ripening of Cheddar cheese, manufactured by using *Lactobacillus rhamnosus* as an adjunct culture, *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, 14 (1), 27-36.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C., 1999, Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay, *Free Radical Bio. Med.*, 26 (9), 1231-1237.

Reed, M. J. and Purohit, A., 1997, Breast cancer and the role of cytokines in regulating estrogen synthesis: an emerging hypothesis, *Endocr. Rev.*, 18 (5), 701-715.

Reome, J. B., Hylind, J. C., Dutton, R. W. and Dobrzanski, M. J., 2004, Type 1 and type 2 tumor infiltrating effector cell subpopulations in progressive breast cancer, *Clin. Immunol.*, 111 (1), 69-81.

Reynolds, E., 1987, Phosphopeptides, *PCT International Patent Application*, WO 87 (07615), A1.

Rizzello, C. G., Losito, I., Gobbetti, M., Carbonara, T., De Bari, M. D. and Zambonin, P. G., 2005, Antibacterial activities of peptides from the water-soluble extracts of Italian cheese varieties, *J. Dairy Sci.*, 88 (7), 2348-2360.

Ryhänen, E. L., Pihlanto-Leppala , A. and Pahkala, E., 2001, A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 441-447.

Sabbagh, N., Gheisari, H. R. and Aminlari, M., 2010, Monitoring the chemical and microbiological changes during ripening of Iranian probiotic low-fat white cheese, *Am. J. Anim. Vet. Sci.*, 5 (4), 249-257.

Sabikhi, L. and Mathur, B. N., 2001, Qualitative and quantitative analysis of β-casomorphins in Edam cheese, *Milchwissenschaft*, 56 (4), 198-200.

Saeed, A., Jones, S. A., Nuttall, F. Q. and Gannon, M. C., 2002, A fasting-induced decrease in plasma glucose concentration does not affect the insulin response to ingested protein in people with type 2 diabetes, *Metabolism*, 51 (8), 1027-1033.

Saito, T., Nakamura, T., Kitazawa, H., Kawai, Y. and Itoh, T., 2000, Isolation and structural analysis of antihypertensive peptides that exist naturally in Gouda cheese, *J. Dairy Sci.*, 83 (7), 1434-1440.

Sato, R., Noguchi, T. and Naito, H., 1986, Casein phospopeptide (CPP) enhances calcium absorption from the ligated segment of rat small intestine, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 32 (1), 67-76.

Saurel, R., Pajonk, A. and Andrieu, J., 2004, Modelling of French Emmental cheese water activity during salting and ripening periods, *J. Food Eng.*, 63 (2), 163-170.

Schanbacher, F. L., Talhouk, R. S. and Murray, F. A., 1997, Biology and origin of bioactive peptides in milk, *Livest. Prod. Sci.*, 50 (1), 105-123.

Schanbacher, F. L., Talhouk, R. S., Murray, F. A., Gherman, L. I. and Willett, L. B. 1998, Milk-borne bioactive peptides, *Int. Dairy J.*, 8 (5), 393-403.

Schlimme, E. and Meisel, H., 1995, Bioactive peptides derived from milk proteins: structural, physiological and analytical aspects, *Nahrung*, 39 (1), 1-20.

Schlothauer, R. C., Schollum, L. M., Singh, A. M. and Reid, J. R., 2005, Bioactive whey protein hydrolysate, *Patent and Trademark Office*, Washington, Patent No: US6919314 B1.

Schusdziara, V., Schick, R., De La Fuente, A., Holland, A., Brantl, V. and Pfeiffer E. F., 1983, Effect of β-casomorphins on somatostatin release in dogs, *Endocrinology*, 112 (6), 1948-1951.

Sekine, K., Watanabe, E., Nakamura, J., Takasuka, N., Kim, D.J., Asamoto, M., Krutovskikh, V., Baba, T.H., Ota, T., Moore, M.A., Masuda, M., Sugimoto, H., Nishino, H., Kakizoe, T. and Tusda, H., 1997, Inhibition of azoxymethaneinitiated colon tumor by bovine lactoferrin administration in F344 rats, *Jpn. J. Cancer Res.*, 88 (6), 523-526.

Sert, D. ve Akın, N., 2008, Türkiye'de bazı önemli tulum peyniri çeşitlerinin geleneksel üretim metotları, *Türkiye 10. Gıda kongresi,* Erzurum, 717-720.

Sert, D., 2011, Geleneksel yöntemle üretilen tulum peynirlerinde kullanılan sütün orijinine bağlı olarak olgunlaşma esnasında meydana gelen bazı değişimlerin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Konya, 36-198.

Séverin, S. and Wenshui, X., 2005, Milk biologically active components as nutraceuticals: review, *Crit. Rev. Food Sci.*, 45 (7-8), 645-656.

Sforza, S., Cavatorta, V., Lambertini, F., Galaverna, G., Dossena, A. and Marchelli, R. 2012, Cheese peptidomics: a detailed study on the evolution of the oligopeptide fraction in Parmigiano-Reggiano cheese from curd to 24 months of aging, *J. Dairy Sci.*, 95 (7), 3514-3526.

Shah, N. P., 2000, Effects of milk-derived bioactives: an overview, *Brit. J. Nutr.*, 84 (1), 3-10.

Shimizu, M., 2004, Food-derived peptides and intestinal functions, *Biofactors*, 21 (1-4), 43-48.

Silva, S. V., Pihlanto, A. and Malcata, F. X., 2006, Bioactive peptides in ovine and caprine cheeselike systems prepared with proteases from *Cynara cardunculus*, *J. Dairy Sci.*, 89 (9), 3336-3344.

Simpson, R. W., McDonald, J., Wahlqvist, M. L., Atley, L. and Outch, K., 1985, Macronutrients have different metabolic effects in nondiabetics and diabetics, *The Am. J. Clin. Nutr.*, 42 (3), 449-453.

Singh, T. K., Fox, P. F. and Healy, A., 1997, Isolation and identification of further peptides in the diafiltration retentate of the water-soluble fraction of Cheddar cheese, *J. Dairy Res.*, 64 (03), 433-443.

Singh, T. K., Drake, M. A., and Cadwallader, K. R., 2003, Flavor of cheddar cheese: a chemical and sensory perspective, C*ompre. Rev. Food Sci. F.*, 2 (4), 166-189.

Sipola, M., Finckenberg, P., Santisteban, J., Korpela, R., Vapaatalo, H. and Nurminen, M. L., 2001, Long term intake of milk peptides attenuates development of hypertension in spontaneously hypertensive rats, *J. Physiol Pharmacol*, 52 (4), 745-754.

Smacchi, E. and Gobbetti, M., 1998, Peptides from several Italian cheeses inhibitory to proteolytic enzymes of lactic acid bacteria, *Pseudomonas fluorescens* ATCC 948 and to the angiotensin I-converting enzyme, *Enzyme Microb. Tech.*, 22 (8), 687-694.

Smacchi, E. and Gobbetti, M., 2000, Bioactive peptides in dairy products: synthesis and interaction with proteolytic enzymes, *Food Microbiol.*, 17 (2), 129-141.

Smit, G., Smit, B. A. and Engels, W. J. M., 2005, Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products, *FEMS Microbiol. Rev.*, 29 (3), 591-610.

Smithers, G. W., 2008, Whey and whey proteins-from 'gutter-to-gold', *Int. Dairy J.*, 18 (7), 695-704.

Sousa, M. J., Ardö, Y. and McSweeney, P. L. H., 2001, Advances in the study of proteolysis during cheese ripening, *Int. Dairy J.*, 11 (4), 327-345.

Suetsuna, K., Ukeda, H. and Ochi, H., 2000, Isolation and characterisation of free radical scavenging activities peptides derived from casein, *J. Nutr. Biochem.*, 11 (3), 128-131.

Şanlıdere Aloğlu, H., 2010, Yoğurttan biyoaktif peptit eldesi ve bu peptitlerin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi, Doktora tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Isparta, 95-117.

Şengül, M. ve Çakmakçı, S., 1998, Erzincan Tulum (Şavak) peynirlerinin bazı kalite kriterleri üzerine ambalaj materyali ve olgunlaşma süresinin etkisi, *Doğu Anadolu Tarım Kongresi*, Erzurum, 1687-1698.

Tammam, J. D., Williams, A. G., Noble, J. and Lloyd, D. 2000, Amino acid fermentation in non-starter *Lactobacillus spp.* isolated from Cheddar cheese, *Lett. Appl. Microbiol*, 30 (5), 370-374.

Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheedan, D. and Buckley, D. J., 2002, Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems, *Food Chem.*, 76 (1), 45-51.

Tani, F., Shiota, A., Chiba, H. and Yoshikawa, M., 1994, Serorphin, an opioid peptide derived from serum albumin, In β-casomorphins and related peptides: recent developments, Edited by Brantl, V. and Teschemacher, H., *VCH-Weinheim,* Germany, 49-53.

Tarakçı, Z., Küçüköner, E., Sancak, H. ve Ekici, K., 2005, İnek sütünden üretilerek cam kavanozlarda olgunlaştırılan Tulum peynirinin bazı özellikleri, *Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 16 (1), 9-14.

Tavaria, F. K., Ferreira, A. S. and Malcata, F. X., 2004, Volatile free fatty acids as ripening indicators for Serra da Estrela cheese, *J. Dairy Sci.*, *87* (12), 4064-4072.

Tekinşen, K. K. ve Uçar, G., 2007, Konya yöresinde üretilen mahalli tulum peynirleri, *Akademik Gıda,* 5 (25), 33-37.

Tekinşen, O. C., Nizamlıoğlu, M., Keleş, A., Atasever, M. ve Güner, A. 1998, Tulum peyniri üretiminde yarı sentetik kılıfların kullanılabilme imkanları ve vakum ambalajlamanın kaliteye etkisi, *Vet. Bil. Derg.*, 14 (2), 63-70.

Tekinşen, O. C. ve Nizamlıoğlu, M., 1993, Yeni bir peynir tipi: Selçuklu Tulum peyniri, *Türk Veteriner Hek. Dergisi,* 5 (5), 34.

Teschemacher, H. and Brantl, V., 1994, Milk protein derived atypical opioid peptides and related compounds with opioid antagonist activity, In β-casomorphins and related peptides: recent developments, Edited by Brantl, V. and Teschemacher, H., *VCH-Weinheim*, Germany, 3-17.

Timón, M. L., Parra, V., Otte, J., Broncano, J. M. and Petrón, M. J., 2014, Identification of radical scavenging peptides (< 3 kDa) from Burgos-type cheese, *LWT-Food Sci. Technol.*, 57 (1), 359-365.

Tirelli, A., De Noni, I. and Resmini, P., 1997, Bioactive peptides in milk products, *Italian Journal of Food Science,* 9 (2), 91-98.

Tomé, D., Dumontier, A. M., Hautefeuille, M. and Desjeux, J. F., 1987, Opiate activity and transepithelial passage of intact beta-casomorphins in rabbit ileum, *Am. J. Physiol-Gastr. L.*, 253 (6), 737-744.

Tomé, D. and Debabbi, H., 1998, Physiological effects of milk protein components, *Int. Dairy J.*, 8 (5), 383-392.

Tomé, D. and Ledoux, N., 1998, Nutritional and physiological role of milk protein components, *Bulletin-FIL-IDF*, 336, 11-16.

Topçu, A. and Saldamli, I., 2006, Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk, *Int. J. Food Prop.*, 9 (4), 665-678.

TSE, 1977, TS 2530 Süt ve süt ürünleri-numune alma standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

TSE, 2006, Tulum Peyniri, TS 3001, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.

TUIK, 2012, Türkiye İstatistik Kurumu, Sanayi ürün istatistikleri, Ankara. http://tuikapp.tuik.gov.tr/medas/?kn=63&locale=tr.

Tunçtürk, Y., 2003., Sütte bulunan biyoaktif proteinler ve peptidler, *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu,* İzmir, 335-340.

Upadhyay, V. K., Sousa, M. J., Ravn, P., Israelsen, H., Kelly, A. L. and McSweeny, P. L. H., 2004, Acceleration of proteolysis in cheese using streptokinase, a plasminogen activator, *IDF symposium on cheese: ripening, characterization and technology*, Czech Republic, 42.

Üçüncü, M., 2004, A'dan Z'ye peynir teknolojisi, Cilt II, *Meta basım*, Bornova, İzmir, 692.

Üçüncü, M., 2005, Süt ve Mamülleri Teknolojisi, *Meta Basım,* İzmir, 571.

Üren, A., 1999, Üç boyutlu renk ölçme yöntemleri, *Gıda Dergisi,* 24 (3), 193-200.

Vegarud, G.E., Langsrud, T. and Svenning, C., 2000, Mineral-binding milk proteins and peptides; occurence, biochemical and technological characteristics, *Brit. J. Nutr.*, 84 (1),91-98.

Venema, D. P.,, Herstel, H. and Elenbaas, H. L., 1987, Determination of ripening time of Edam and Gouda cheese by chemical analysis, *Neth. Milk Dairy J.*, 41, 215-216.

Vermeirssen, V., Van Camp, J. and Verstraete, W., 2004, Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides, *Brit. J. Nutr.*, 92 (03), 357–366.

Vinderola, G., Leblanc, A. M., Pedigon, G. and Mator, C., 2008, Biologically active peptides released in fermented milk: Role and functions, Handbook of fermented functional foods, Edward R. Farnworth, 2, *Taylor & Francis Group*, United States, 210-232.

Vítová, E., Loupancová, B., Zemanová, J., Štoudková, H., Březina, P. and Babák, L., 2006, Solid-phase microextraction for analysis of moulds cheese aroma. *Czech J. Food Sci.*, 24 (6), 268-274.

Walstra, P., Jennes, R. and Badings, H. T., 1984, Dairy chemistry and physics, *John Willey and Sons*, New York-USA, 467.

Wang, W.P., Iigo, M., Sato, J., Sekine, K., Adachi, I. and Tsuda, H., 2000, Activation of mucosal intestinal immunity in tumor-bearing mice by lactoferrin, *Jpn. J. Cancer Res.*, 91 (10), 1022-1027.

Williams, A. G. and Banks, J. M., 1997, Proteolytic and other hydrolytic enzyme activities in non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) isolated from Cheddar cheese manufactured in the United Kingdom, *Int. Dairy J.*, 7 (12), 763-774.

Xie, Z., Huang, J., Xu, X. and Jin, Z., 2008, Antioxidant activity of peptides isolated from alfalfa leaf protein hydrolysate, *Food Chem.*, 111 (2), 370-376.

Yamamoto, N. and Takano, T., Antihypertensive peptides derived from milk proteins, *Nahrung*, 43 (3), 159-164.

Yaşar, K., 2007, Farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının ve olgunlaşma süresinin kaşar peynirinin özellikleri üzerine etkisi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Adana, 36-108.

Yaygın, H., 1971, Salamuralı tulum peynirinin yapılışı ve özellikleri üzerine araştırmalar, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,* 8 (1), 91-124.

Yerlikaya, O. ve Kınık, Ö., 2013, Türkiye'de üretilen ve tüketilen Tulum peyniri çeşitlerimiz, *Dünya Gıda,* 2013-05, 75-81.

Yıldırım, M., 1991, Hidrojen peroksit ile korunmuş sütlerden yapılan beyaz peynirlerin bazı fiziksel ve kimyasal nitelikleri üzerinde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Ankara, 57-113.

Yvon, M. and Rijnen, L., 2001, Cheese flavour formation by amino acid catabolism, *Int. Dairy J.,* 11 (4), 185-201.

Zaharia, N. S. and Rotaru, G., 2011, Studies on acceleration of Penteleu pasta filata cheese ripening by exogenes enzymes, *Agricultura, Agricultural Practice and Science Journal,* 77 (1-2), 126-132.

Zhang, G., Li, W., Holle, L., Chen, N. and Chen, W.Y., 2002, A novel design of targeted endocrine and cytokine therapy for breast cancer, *Clin. Cancer Res.,* 8 (4), 1196-1205.

Zhang, L. Li. J. and Zhou, K., 2010, Chelating and radical scavenging activities of soy protein hydrolysates prepared from microbial proteases and their effect on meat lipid peroxidation, *Bioresource Technol.,* 101 (7), 2084-2089.

Zhao, Y., Nichols, J. E., Bulun, S. E., Mendelson, C. R. and Simpson, E. R., 1995, Aromatase P450 gene expression in human adipose tissue, Role of a Jak/STAT pathway in regulation of the adipose-specific promoter, *J. Biol. Chem.,* 270 (27), 16449-16457.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hale İnci ÖZTÜRK
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Selçuklu/KONYA 04.09.1989
Telefon : 0534 4601766
Faks :
e-mail : haleinciozturk@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Selçuklu Anadolu Lisesi, Selçuklu, KONYA	2007
Üniversite	:	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü Selçuklu, KONYA	2012
		Anadolu Üniv. Açık Öğretim Fak. İşletme Böl. Tepebaşı, ESKİŞEHİR	2012
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Müh. Anabilim Dalı, Selçuklu, KONYA	2015
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014	Algida Unilever San. ve Tic. Türk A.Ş. (KONYA)	Kalite kontrol proje asistanı

UZMANLIK ALANI: Süt ve süt ürünleri teknolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

ÖDÜLLER

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Lisans Mezuniyet İkincilik Derecesi

YAPILAN ÇALIŞMALAR

Opuntia ficus indica türüne ait frenk yemişi meyvesini kullanarak antioksidanca zengin fonksiyonel yeni bir dondurma üretimi

Biyoaktif peptidler başlıklı seminer sunumu

Kaizen projeleri: 1 Process Point Analysis (Advanced Kaizen) ve 1 Standart Kaizen (Algida Unilever San. ve Tic. Türk A.Ş. stajında kalite kontrol alanında).

Dünya Klasında Üretim (World Class Manufacturing = WCM) projesi (Algida Unilever San. ve Tic. Türk A.Ş. stajında kalite kontrol alanında).

YAYINLAR

Ozturk, H. I., Akin, N. and Topcu, A. "Examination of Functional Properities and Bioactive Peptide Contents of Tulum Cheese", ISITES2015, B(2), 1236-1245 (2015). (Yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.)

Ozturk, H. I., Akin, N. and Topcu, A., 2015, Examination of Functional Properities and Bioactive Peptide Contents of Tulum Cheese, 3rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 3-5 June, Valencia, Spain (Oral presentation).

Akin, N., Demirci, T., Ozturk, H.I., Aktas, K. and Dertli, E., 2014, "Probiotic beverage from black carrot juice fermented with *Lactobacillus casei*" in 3rd International Conference and Exhibition on Probiotics, Functional and Baby foods, Naples, Italy (Oral presentation).

Öztürk, İ., Türker, S., Ertaş, N. ve Madenci, B., "GELENEKSEL TÜRK TATLILARI: AZIK VE SEMENE", III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs, Konya, 2012, 328. (Poster sunumu)